

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**Faculdade de Ciências**

**Departamento de Informática**



**EXPLORAÇÃO DE TÉCNICAS PARA A  
REPRESENTAÇÃO DE PONTOS DE INTERESSE EM  
MAPAS**

**Filipe João Cerdeira Gil**

**MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**Especialização em Engenharia de Software**

**2010**



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**Faculdade de Ciências**

**Departamento de Informática**



**EXPLORAÇÃO DE TÉCNICAS PARA A  
REPRESENTAÇÃO DE PONTOS DE INTERESSE EM  
MAPAS**

**Filipe João Cerdeira Gil**

**PROJECTO**

Projecto orientado pela Professora Doutora Ana Paula Boler Cláudio

**MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

Especialização em Engenharia de Software

2010



## **Agradecimentos**

À Professora Ana Paula Cláudio pela sua orientação ao longo deste ano lectivo e pela sua dedicação e disponibilidade que permitiram a concretização desta etapa da minha formação académica.

Ao pessoal do LabMAg que devido à sua boa disposição e espírito de camaradagem, tornaram a realização de todo o projecto mais fácil e agradável. Um especial obrigado ao Miguel Piedade pelo tempo que gastou para me ajudar na resolução de problemas que foram surgindo ao longo do desenvolvimento do projecto.

A todos os utilizadores pela sua disponibilidade para a realização do teste.

À Professora Margarida Mendes Leal pela sua ajuda no tratamento estatístico dos resultados dos testes realizados.

À minha família e amigos pelo seu apoio incondicional não só durante este ano lectivo mas durante todo o meu percurso académico.



*À minha família.*





## Resumo

O uso de aplicações geo-referenciadas é cada vez maior e as ferramentas que nos permitem saber onde se encontram pontos de interesse estão cada vez mais desenvolvidas. Contudo, nem todas chegam ao utilizador da melhor maneira por não recorrerem a representações gráficas que transmitam do melhor modo a informação.

Neste trabalho tentei perceber o que aos olhos de um utilizador tem maior e menor importância, resultando na identificação de boas práticas e directivas para a produção de símbolos gráficos (ícones) que representam pontos de interesse relevantes sobre um mapa, quando se usam computadores de secretária ou portáteis, dispositivos em que o espaço de representação não é uma restrição significativa.

Recorrendo a utilizadores reais, testei a eficácia de um conjunto de símbolos gráficos criteriosamente escolhidos e pude extrair um conjunto de conclusões. O protótipo interactivo implementado, no contexto do qual os testes tiveram lugar, incorpora um mecanismo de filtragem que determina os pontos de interesse que são efectivamente relevantes para o utilizador, calcula os correspondentes níveis de relevância e associa um símbolo gráfico a cada nível.

**Palavras-chave:** Pontos de interesse, relevância, variáveis visuais, ícones, aplicações geo-referenciadas



## Abstract

Geo-referenced applications and tools that show us the location of points of interest on maps have been increasingly developed. However, these not always meet the user's needs, owing to some lack of efficiency of graphic representations.

In this work I tried to find out what really is meaningful to the user and captures his attention, in order to identify good practices and guidelines for the production of graphic symbols to be displayed on maps in applications running on desktop computers or laptops, where the representation space isn't really at *a premium*.

With the help of real users, I tested the effectiveness of a set of carefully chosen graphic symbols and I was able to derive some conclusions. The implemented interactive prototype, which was used for the tests, incorporates a filtering mechanism that determines the points of interest that are actually relevant for the user, calculates the corresponding levels of relevance and associates a graphic symbol to each level.

**Keywords:** Points of interest, relevance, visual variables, icons, geo-referenced applications.



# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xvi</b>
-------------------------	------------

<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xix</b>
-------------------------	------------

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	1
1.2	Objectivos . . . . .	2
1.3	Contexto e Contribuições do Trabalho . . . . .	2
1.4	Estrutura do documento . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Estudo Prévio</b>	<b>5</b>
2.1	Contexto . . . . .	5
2.1.1	A evolução dos mapas . . . . .	5
2.1.2	Um cartógrafo notável . . . . .	7
2.2	Aplicações Geo-Referenciadas e Pontos de Interesse . . . . .	7
2.3	Teoria da cor . . . . .	11
2.3.1	Espectro visível e olho . . . . .	12
2.3.2	Modelos de cor . . . . .	14
2.3.3	Emprego da cor . . . . .	16
2.4	A Atenção . . . . .	19
2.4.1	Variáveis visuais . . . . .	19
2.4.2	Atributos que guiam a atenção . . . . .	20
2.4.3	Tamanho . . . . .	20
2.4.4	Cor . . . . .	21
2.4.5	Orientação . . . . .	22
2.4.6	Movimento . . . . .	23
2.4.7	Outros atributos . . . . .	23
2.5	Ferramentas e tecnologias utilizadas . . . . .	24
2.5.1	SVG . . . . .	24
2.5.2	Inkscape e GIMP . . . . .	24
2.6	Conclusão . . . . .	25

<b>3</b>	<b>Trabalho desenvolvido</b>	<b>27</b>
3.1	<i>VisWide</i> - O protótipo base . . . . .	27
3.1.1	Descrição da aplicação . . . . .	27
3.1.2	Arquitectura do protótipo . . . . .	30
3.2	Melhorias efectuadas ao protótipo . . . . .	31
3.3	Abordagens à representação dos Pontos de Interesse . . . . .	32
3.4	Testes aos utilizadores . . . . .	37
3.4.1	Amostra . . . . .	37
3.4.2	O teste . . . . .	38
3.5	Análise dos resultados dos testes . . . . .	39
3.6	Conclusão . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Conclusão</b>	<b>47</b>
4.1	Conclusões . . . . .	47
4.2	Perspectivas Futuras . . . . .	48
<b>A</b>	<b>Manual de utilizador do <i>VisWide</i></b>	<b>49</b>
A.1	Introdução . . . . .	49
A.2	Requisitos de utilização . . . . .	49
A.3	Iniciar a aplicação . . . . .	49
A.4	Fazer uma pesquisa . . . . .	52
<b>B</b>	<b>Questionário dos testes com utilizadores</b>	<b>57</b>
	<b>Abreviaturas</b>	<b>63</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>67</b>







# Lista de Figuras

2.1	Pesquisa de restaurantes com a aplicação Google Maps [2]	8
2.2	Aplicação Sakura House [14]	9
2.3	População do mundo representado pela aplicação Gapminder World [15]	10
2.4	Modelo de Ostwald [16]	11
2.5	Espectro electromagnético com detalhe para a banda da luz visível [16]	12
2.6	Decomposição da luz ao atravessar um prisma e arco-íris [17] [18]	12
2.7	Morfologia do olho humano [19]	13
2.8	Relação da sensibilidade dos cones com o comprimento de onda [16]	14
2.9	Cubo RGB [22]	15
2.10	Pirâmide HSV [23]	16
2.11	Círculo cromático [16]	17
2.12	Exemplos de más combinações de cores [16]	17
2.13	Exemplos de boas combinações de cores [16]	18
2.14	Ilusão de óptica, o quadrado A é da mesma cor que o quadrado B [24]	18
2.15	Variáveis visuais de Bertin [25]	20
2.16	Exemplo do uso da variável tamanho [27]	21
2.17	Exemplo do uso da variável cor (cor dominante) [28]	22
2.18	Exemplo do uso da variável cor (saturação) [27]	22
2.19	Exemplo do uso da variável orientação [29]	23
2.20	Tabela com atributos que captam a atenção [29]	23
3.1	Ecrã inicial do <i>VisWide</i>	28
3.2	Exemplo de <i>cluttering</i>	28
3.3	Exemplo da minimização em conjunto	29
3.4	Exemplo da separação	29
3.5	Exemplo de <i>dock-like</i>	29
3.6	Arquitetura do protótipo [3]	30
3.7	Pesquisa com algoritmo vs pesquisa sem algoritmo	31
3.8	Funcionalidade que realça pontos de interesse mais importantes	32
3.9	Ícones da versão 1	34
3.10	Ícones da versão 2	34
3.11	Ícones da versão 3	35

3.12	Ícones da versão 4 . . . . .	36
3.13	Ícones da versão 5 . . . . .	36
3.14	Legendas das versões 2, 3 e 4 respectivamente . . . . .	37
3.15	Respostas dadas por utilizadores informáticos na pergunta 3 . . . . .	41
3.16	Respostas dadas por utilizadores não informáticos na pergunta 3 . . . . .	41
3.17	Classificação da versão 5 na pergunta 4 (comparação de duas faixas etárias) . . . . .	42
3.18	Classificações realizadas por utilizadores do sexo feminino na pergunta 4 . . . . .	42
3.19	Classificações realizadas por utilizadores do sexo masculino na pergunta 4 . . . . .	43
3.20	Ranking das versões . . . . .	44
A.1	Iniciar o protótipo . . . . .	49
A.2	Ecrã inicial do <i>VisWide</i> . . . . .	50
A.3	Botão de ajuda . . . . .	51
A.4	Menu de ajuda . . . . .	51
A.5	Menu da aplicação . . . . .	52
A.6	Categorias de pesquisa . . . . .	53
A.7	Menu de pesquisa de hotéis . . . . .	53
A.8	Exemplo de valores das características numa pesquisa por hotéis . . . . .	54
A.9	Exemplo de valores para o número de estrelas e limiar numa pesquisa por hotéis . . . . .	54
A.10	Botão submit . . . . .	55
A.11	Resultados da pesquisa por hotéis . . . . .	55
A.12	Botões fade in e fade out . . . . .	55
A.13	Botão para realizar nova pesquisa . . . . .	56





# Lista de Tabelas

3.1	Cinco versões . . . . .	33
B.1	Fases dos testes . . . . .	58
B.2	Pergunta 1 . . . . .	59
B.3	Pergunta 2 . . . . .	59
B.4	Pergunta 3 . . . . .	60
B.5	Pergunta 4 . . . . .	60
B.6	Pergunta 5 . . . . .	61
B.7	Pergunta 6 . . . . .	61



# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo é apresentada a motivação deste trabalho que inclui uma breve introdução sobre a importância da visualização e representação de informação geo-referenciada. Em seguida apresentam-se os seus objectivos, contexto e contributos, bem como a estrutura deste documento.

### 1.1 Motivação

Os Sistemas de Informação Geográficos (SIG) são sistemas que, recorrendo a meios computacionais cada vez mais poderosos, capturam, guardam, analisam, gerem e apresentam dados relativos a localizações geográficas, dando assim corpo ao conceito de informação geo-referenciada. Com alguma simplificação, pode dizer-se que os SIG são uma fusão entre a cartografia e as tecnologias de base de dados [1]. A partir de finais do século XX tem-se assistido a um crescimento destes sistemas que têm vindo a ser consolidados e normalizados em diversas plataformas computacionais. A Internet tem sido um veículo importante na divulgação e aplicação prática do conceito de visualização como mostra o aumento do número de pacotes de SIG *open source* e programas que podem ser publicamente acedidos e customizados para desempenhar tarefas específicas. Estes sistemas contribuem certamente para a formação de uma base sólida das aplicações de visualização de informação geo-referenciada.

A visualização de informação geo-referenciada está cada vez mais presente no nosso dia-a-dia e nas mais diversas áreas: meteorologia, saúde, turismo e lazer, biologia, entre outras. O sucesso da aplicação Google Maps, da Google [2], com as melhorias que regularmente lhe são adicionadas, é um exemplo significativo da importância crescente da visualização de informação geo-referenciada, quer para os utilizadores, quer para os produtores e difusores de informação. Isto pode também ser comprovado pelo crescente número de vendas de dispositivos receptores do *Global Positioning System* (GPS); de facto, a maior parte dos telemóveis recentes, além de GPS incorporado, traz também outras aplicações de visualização de informação geo-referenciada [1]. Contudo, é frequente

que os utilizadores de aplicações de visualização de informação geo-referenciada se deparem com alguns percalços, como, por exemplo, não encontrarem o que pretendem ou sentirem-se perdidos devido ao excesso de informação visual que lhes é apresentada.

Quantidade, qualidade e velocidade condicionam cada vez mais a sociedade actual. O Homem quer mais, melhor e mais depressa. Esta atitude, conjugada com expectativas nem sempre razoáveis relativamente aos meios informáticos, faz crescer os níveis de exigência da sua utilização e aumentar a intolerância perante erros e situações indesejáveis. Contudo, apesar das pressões sociais, pode dizer-se que é permanente o esforço dos diversos parceiros para tornar a vida humana mais fácil. Neste enquadramento, penso que o estudo de técnicas que visem melhorar o modo como a informação geo-referenciada é apresentada ao utilizador, pode dar uma contribuição, ainda que muito modesta, para uma relação mais fácil, produtiva e compensadora entre o Homem e o Computador.

## 1.2 Objectivos

O principal objectivo deste trabalho foi estudar, explorar, desenvolver novas técnicas que permitam melhorar as formas de representação de pontos de interesse sobre mapas, quando se usam computadores de secretária ou portáteis [3]. Para isso, de acordo com alguma pesquisa que fiz, foi necessário identificar e estudar o conjunto de variáveis visuais mais importantes e as suas características específicas (tamanho, cor, e outras) [4] e perceber quais as variáveis que não passam despercebidas ao olho humano, ou seja, que chamam mais à atenção, de modo a poderem ser associadas à representação de informação mais relevante numa situação concreta. A concepção de conjuntos de representações para os pontos de interesse e a realização de testes com utilizadores reais, para proceder à respectiva avaliação, constituíram objectivos acessórios tendo em vista a consecução do objectivo principal, acima mencionado.

O protótipo *VisWide*, anteriormente implementado [3], foi melhorado, alterado por forma a permitir a realização de testes com utilizadores e foi disponibilizado na Web.

## 1.3 Contexto e Contribuições do Trabalho

Este trabalho foi realizado no contexto do Projecto em Engenharia Informática, para o Mestrado em Engenharia Informática, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, num dos grupos de investigação do Departamento de Informática, LabMAg - Laboratório de Modelação de Agentes [5].

Este trabalho deu origem a um artigo: Filipe Gil, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, “Pontos de Interesse Relevantes num Mapa: à procura de Boas Práticas”, Interacção 2010, Aveiro, 13-15 de Outubro 2010 [6].



## 1.4 Estrutura do documento

Este documento está estruturado da seguinte maneira:

- Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo são apresentadas as motivações e objectivos do projecto, as contribuições feitas durante o trabalho e a organização deste documento.

- Capítulo 2 - Estudo Prévio

Neste capítulo são apresentados os estudos que foram efectuados e o conhecimento adquirido para realizar este trabalho.

- Capítulo 3 - Trabalho Desenvolvido

Neste capítulo é apresentado o trabalho desenvolvido, ou seja, as tarefas que realizei de modo a lidar com a problemática da representação de pontos de interesse.

- Capítulo 4 - Conclusões

Neste capítulo apresentam-se as conclusões, e algumas perspectivas para trabalho futuro.

- Anexo A - Manual de utilizador do *VisWide*

- Anexo B - Questionário dos testes com utilizadores



# Capítulo 2

## Estudo Prévio

Neste capítulo apresentam-se assuntos específicos que foram objecto de estudo e investigação preparatória para aquisição de conhecimentos na área do projecto. Faz-se um breve enquadramento histórico evolutivo e analisa-se um grupo de aplicações geo-referenciadas que caracterizam tipos significativos do que podemos actualmente encontrar disponível na Internet; descrevem-se alguns aspectos teóricos sobre a cor e a atenção, referindo a sua importância na representação e visualização da informação. O capítulo termina com uma breve referência às ferramentas e tecnologias utilizadas no trabalho.

### 2.1 Contexto

#### 2.1.1 A evolução dos mapas

Os mapas terrestres são representações geográficas da superfície do planeta Terra, produzidos na maior parte dos casos, sobre uma superfície plana. A ciência da concepção e produção de mapas designa-se por Cartografia.

Os mapas mais antigos que se conhecem datam de cerca de 6200 a.C. e foram encontrados na Turquia, pintados em paredes [7]. Existem também mapas em várias culturas ancestrais como, por exemplo, na Azteca, na Esquimó, na Mesopotâmica, e noutras. Com a invenção do papel os mapas passaram a ser desenhados em folhas, “karte” em grego, termo já usado para designar os papiros usados na execução de mapas (talvez daí subsista quase como sinónimo a palavra carta). O termo carta é normalmente usado para referir mapas antigos [8]. Na Idade Média, os mapas em uso na Europa eram frequentemente centrados em Jerusalém, com o Oriente para cima.

Desde a sua invenção, acompanhando a evolução dos seus suportes físicos e o aumento da complexidade social, o uso dos mapas tem crescido progressivamente e ampliado a sua capacidade informativa e comunicacional. Em 1569 foi projectado o primeiro atlas e a partir desse mesmo século XVI, com o auxílio do astrolábio e de outros instrumentos, começaram a aparecer mapas dos astros e mapas dos mares e oceanos [8]. Estes mapas foram determinantes para os navegadores da época, sendo conhecidas histórias de viagens

em que a posse de determinados mapas, ainda que imperfeitos, foi decisiva para a sua realização [9]. Com a descoberta de novas civilizações, os mapas também passaram a ter a função política da delimitação territorial. Foram sendo criados cada vez mais tipos de mapas; entre outros, são relativamente comuns os mapas geomorfológicos, que representam as características do relevo de uma região, os mapas climáticos, que indicam os tipos de clima existentes sobre uma região, os mapas hidrográficos, que mostram os rios presentes numa zona, os mapas demográficos, que apresentam a distribuição da população numa determinada região e os mapas rodoviários, que estudam as vias e as estradas de um país.

Com o aparecimento da Internet, cresceu a divulgação de mapas e enriqueceu-se a sua utilização através do aproveitamento de novas tecnologias. No crescimento da utilização de mapas na Internet, sobretudo a partir do início da década de 1990 [1], podem ser identificadas três etapas. Na primeira, os mapas existentes em papel foram digitalizados e disponibilizados como imagens estáticas; na segunda etapa, após 1997, a Web passou a disponibilizar mapas interactivos; na etapa mais recente são estudados aspectos específicos sobre este novo tipo de mapas, o seu desenho, o modo como são usados e disponibilizados. As soluções a adoptar na resolução dos problemas associados a estes temas são de carácter técnico e também, de algum modo, filosófico [1].

Os mapas digitais produzidos a partir de mapas em papel, referidos na primeira etapa, apesar de disponibilizados para qualquer utilizador com acesso à Internet, são mapas estáticos, tal como os seus congéneres originais. Os mapas interactivos, por seu turno, permitem que acções do utilizador levem a alterações do seu aspecto em tempo real.

Muitos mapas disponíveis na Internet, além de suportarem interacção, encontram-se ligados a bases de dados que são frequentemente actualizadas [1]. Por exemplo, os mapas meteorológicos ou de informação de tráfego são animados e constantemente actualizados ao longo de um mesmo dia. Este tipo de mapas é cada vez mais utilizado pelo público em geral.

Hoje em dia fazem-se grandes investimentos em aplicações específicas para dispositivos móveis, com interfaces gráficas que tentam lidar da melhor maneira com as suas limitações. É um facto compreensível, uma vez que estes dispositivos se tornaram omnipresentes no nosso quotidiano. No entanto, não deve esquecer-se que os computadores de secretária e portáteis continuam a ser massivamente usados. Além das limitações físicas, como a dimensão dos ecrãs, os contextos de utilização de uns e de outros são consideravelmente diferentes. Com frequência, os dispositivos móveis são utilizados enquanto se caminha, em condições de iluminação deficientes e em lugares lotados e barulhentos, factores que levantam problemas de natureza diversa. O contexto de utilização de computadores de secretária e portáteis é distinto deste, normalmente em ambientes mais estáveis e previsíveis. Embora haja problemas de visualização que são independentes do tipo de dispositivo, deve ter-se presente que há questões que são distintas, conforme o

tipo de equipamento. Embora durante a minha fase de estudos preparatórios tivesse travado conhecimento com a problemática fundamental da visualização de informação geo-referenciada em dispositivos móveis [10], o meu trabalho, como já foi referido, debruça-se sobre questões de visualização em computadores de secretária e portáteis, com incidência particular na representação de Pontos de Interesse sobre Mapas.

### 2.1.2 Um cartógrafo notável

Jacques Bertin (1918-2010) foi um cartógrafo e investigador francês, conhecido pelo seu livro “Semiologie Graphique”, editado em 1967 [11] [12]. Este trabalho monumental, baseado na sua experiência como cartógrafo e geógrafo, representa o primeiro e mais amplo fundamento teórico sobre a visualização de informação geográfica. O seu contributo para tornar os mapas autênticos instrumentos de comunicação continuam a ser actuais; de facto, as suas ideias sobre os factores que dão significado aos mapas e captam a atenção dos observadores continuam a ser utilizadas e são objecto de estudo na actualidade.

Jacques Bertin, aos 10 anos de idade, recebeu o seu primeiro prémio de cartografia na escola primária. Revelou facilidade em desenhar e interessou-se por arquitectura, ensino do desenho e cartografia, tendo estudado geografia e cartografia na Sorbonne.

Ao longo da sua vida, Bertin ocupou vários cargos importantes no sistema educativo francês, como, por exemplo, director do laboratório cartográfico da “École pratique des hautes études (EPHE)” (1954), professor na Sorbonne (1957), director do laboratório gráfico da “École des hautes études en sciences sociales (EHESS)” (1974) e chefe de investigação no “Centre national de la recherche scientifique (CNRS)”, em fins da década de 1970 [13] [12].

## 2.2 Aplicações Geo-Referenciadas e Pontos de Interesse

As aplicações geo-referenciadas são usadas em vários contextos, sendo o turismo e o lazer dois dos mais comuns. O que todas elas têm em comum é a representação e visualização de informação sobre mapas. A Internet é o maior “fornecedor” de aplicações geo-referenciadas. Por toda a Web encontramos as mais diversas aplicações geo-referenciadas recorrendo às mais diversas representações de informação.

Há aplicações que acedem a bases de dados muito completas, mas utilizam técnicas de representação rudimentares ou pouco sugestivas. É o caso do Google Maps [2]. É uma aplicação forte ao nível de pesquisa de moradas e cálculo de rotas, mas pouco elaborada em relação à representação de informação. Por exemplo, se fizermos uma pesquisa por restaurantes na cidade de Lisboa, obtemos um aglomerado de círculos pequenos e vermelhos onde alguns dos restaurantes são representados por balões (Figura 2.1).

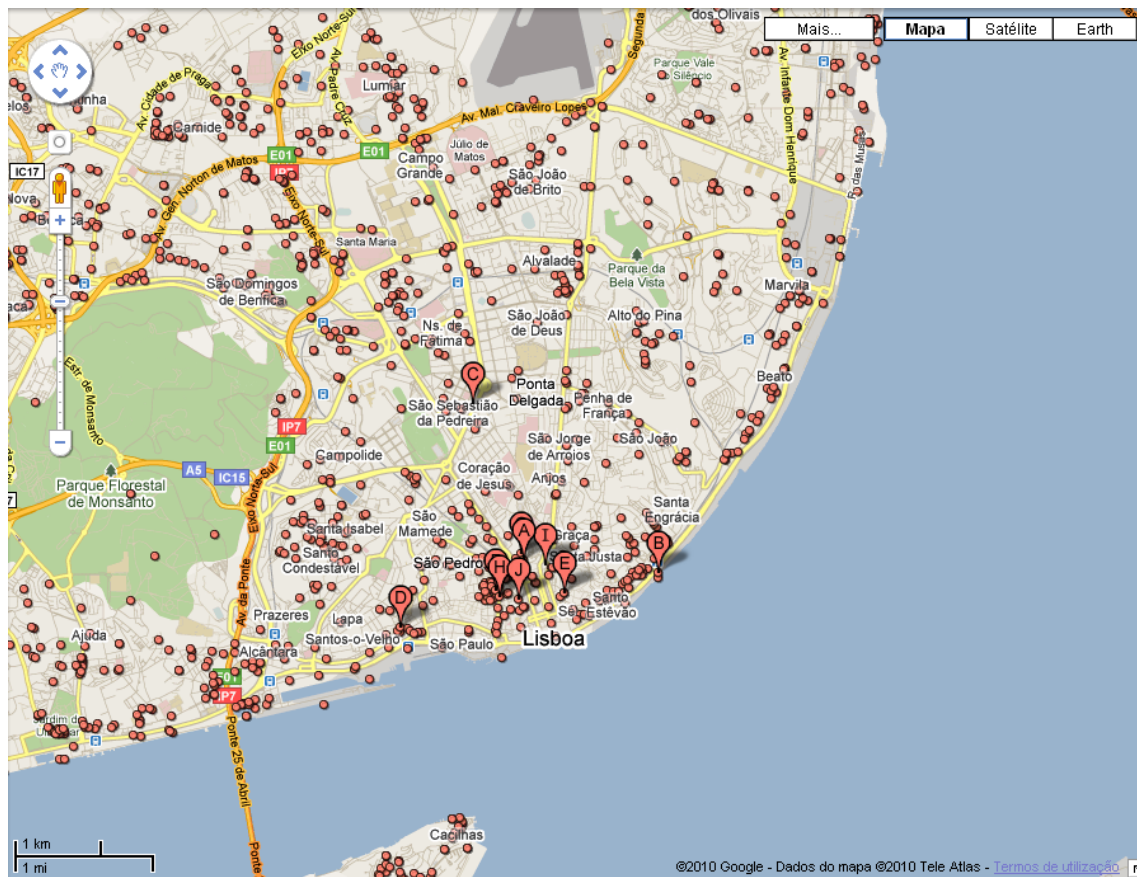


Figura 2.1: Pesquisa de restaurantes com a aplicação Google Maps [2]

Por outro lado, há aplicações que, sendo mais limitadas na pesquisa de dados, dão maior ênfase à representação de informação. É o caso da aplicação Sakura House [14]. É apenas possível pesquisar quartos em Tóquio, mas a informação é representada de uma forma clara e sugestiva. As flores cor-de-rosa, características do Japão, com um tamanho mais pequeno indicam apartamentos ou casas com alguns quartos. As flores maiores representam locais de maior dimensão, como grandes hotéis e escritórios desta organização. A aplicação também representa as linhas dos transportes com diferentes cores. Desta forma um utilizador sabe como se deslocar até um determinado alojamento (Figura 2.2).

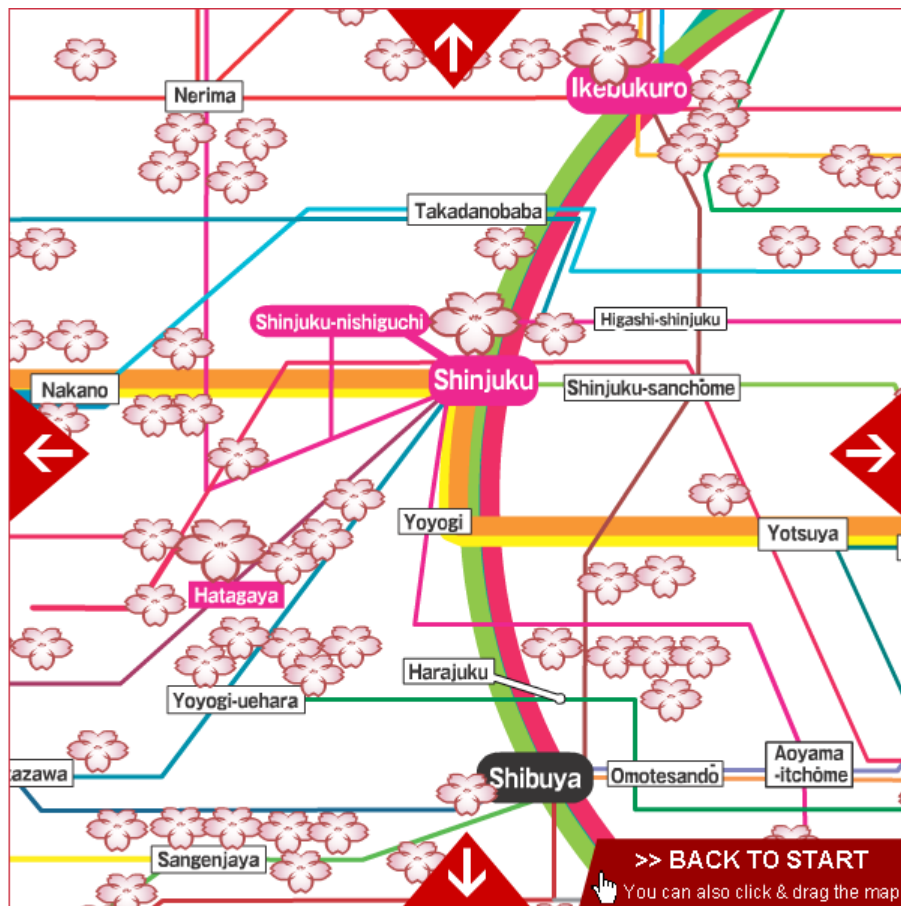


Figura 2.2: Aplicação Sakura House [14]

Mas há ainda aplicações que complementam o acesso a bases de dados ricas e variadas com uma excelente representação visual da informação. É o caso da aplicação Gapminder World [15]. Esta aplicação está ligada a base de dados estatísticos muito completa e variada e que oferece grande flexibilidade de opções de pesquisa; pode, por exemplo, pesquisar-se a relação entre o salário médio e a esperança média de vida dos habitantes de todos os países do mundo nos últimos 200 anos. Igualmente cuidada é a representação da informação. Apenas usando círculos, consegue representar-se a informação de uma forma apelativa, perceptível e clara. Se escolhermos, por exemplo, observar a população actual em todos os países do mundo, obtemos o resultado representado na Figura 2.3.

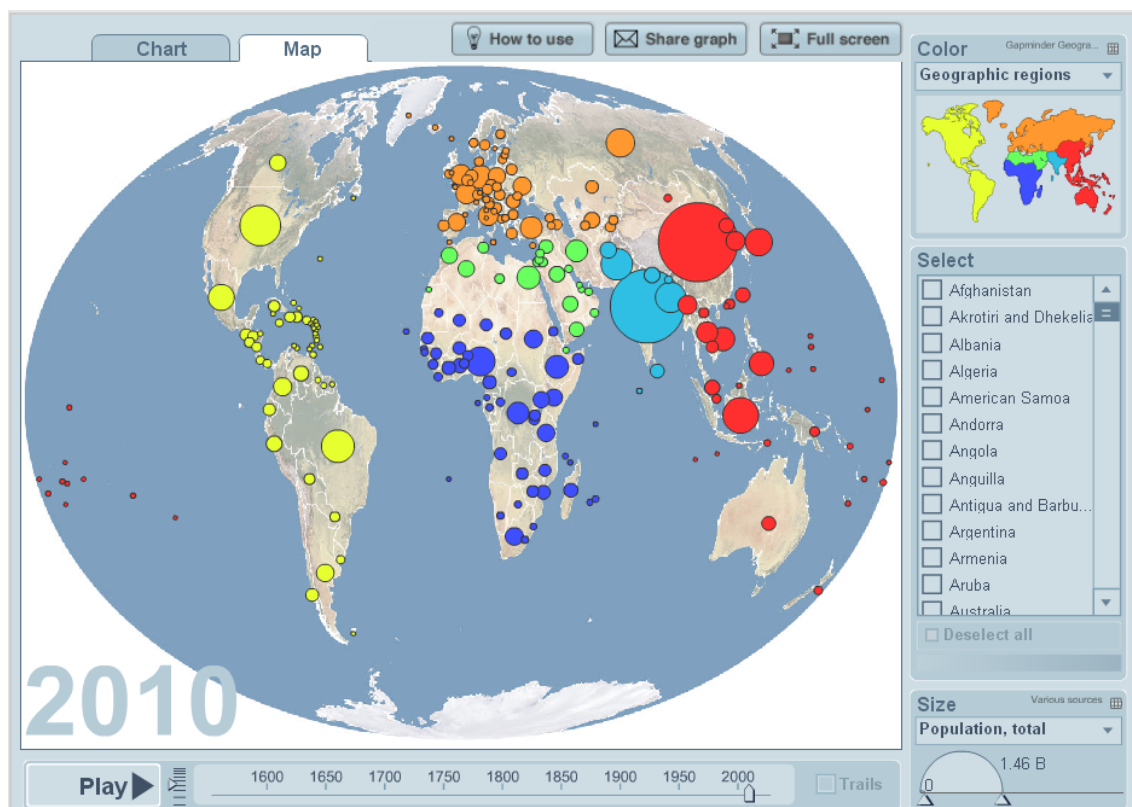


Figura 2.3: População do mundo representado pela aplicação Gapminder World [15]

Cada cor representa os países de cada continente. Cada círculo está posicionado no país do qual se pretende representar a informação. Quanto mais pequeno é o círculo, menor é o valor da grandeza em questão e vice-versa. Pode apenas visualizar-se um país de cada vez, fazendo *click* no círculo correspondente ou no nome do país presente na lista lateral. Os outros países ficam mais transparentes, dando assim mais relevância ao que foi seleccionado. A escala da grandeza também pode ser ajustada, alterando o tamanho dos círculos que representam o valor mínimo e máximo através de um *slider* disponível na interface da aplicação.

A representação de pontos de interesse em mapas deve ser tratada com rigor. É necessário perceber quais as características gráficas que fazem de um ícone uma boa representação para um ponto de interesse. Também tem que existir uma relação coerente entre a relevância de um ponto de interesse e a sua representação; isto é, de todos os ícones num mapa, aqueles que são mais importantes nunca devem passar despercebidos, nem o que é menos importante deve captar mais rapidamente a atenção do utilizador.



## 2.3 Teoria da cor

É difícil imaginar um mundo sem a cor, elemento expressivo da vida quotidiana, quer em ambientes normais, quer em ambientes técnicos ou especializados. Em ambientes informáticos ela tem um papel essencial na visualização de imagens ou mesmo em acções de simples comunicação. Grande parte do realismo e fidelidade na reprodução gráfica da informação tem origem numa correcta utilização da cor.

Uma das curiosidades da cor é o significado que ela tem no contexto de diferentes culturas. É frequente associarmos a cor vermelha ao perigo ou à proibição e a cor verde à permissão, uma vez que são estas as cores usadas universalmente nos sinais de trânsito. Contudo, do ponto de vista cultural, uma mesma cor pode ter significados muito distintos. Em certas sociedades orientais a cor branca, por exemplo, está associada à morte e a funerais, enquanto no ocidente ela está associada a anjos, noivas e à paz.

Numa perspectiva já mais técnica, a cor está intimamente associada à luz, pois sem luz não há cor. O termo luminosidade refere-se à intensidade de luz reflectida por um objecto, enquanto que o brilho é a quantidade de luz emitida por um objecto luminoso.

Em resultado de estudos e investigações sobre a cor, certos autores criaram modelos que estabelecem padrões de cor, como, por exemplo Munsel e Ostwald. O modelo de Munsel baseia-se nos parâmetros cor (hue), valor (luminosidade) e croma (saturação) [16]. O modelo de Ostwald baseia-se em parâmetros como cor pura, pastel, sombreado (cinzentos) e tom (Figura 2.4). Estes e outros modelos podem usar-se, por exemplo, em ambientes especializados de artes e computação gráfica, muitas vezes traduzidos em funções disponibilizadas nas ferramentas informáticas.

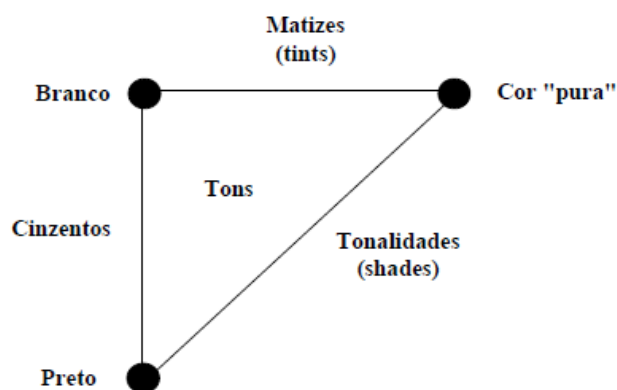


Figura 2.4: Modelo de Ostwald [16]

### 2.3.1 Espectro visível e olho

Os nossos olhos são sensíveis à radiação electromagnética. Os comprimentos de onda entre aproximadamente os 350nm e 700nm são a banda captada pelos nossos receptores visuais [16]. Esta banda é traduzida em cores (Figura 2.5).

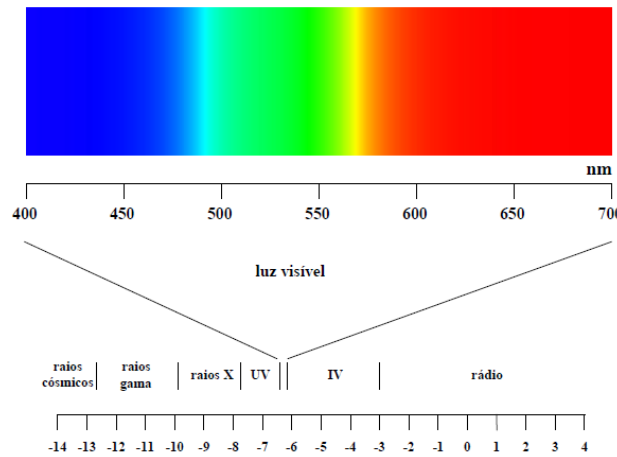


Figura 2.5: Espectro electromagnético com detalhe para a banda da luz visível [16]

Embora a cor branca não faça parte do espectro visível, por não corresponder a nenhum comprimento de onda em particular, somos capazes de a observar. Ela resulta da detecção em simultâneo de vários comprimentos de onda do espectro com intensidades mais ou menos uniformes. É por isso que, quando a luz branca é decomposta se observam as cores do espectro visível. A decomposição da luz branca pode ser observada utilizando um prisma ou até através de fenómenos da natureza como o arco-íris, em que a luz solar branca é decomposta nas várias cores que a compõem ao atravessar as gotículas de água suspensas na atmosfera [17] [18] (Figura 2.6).

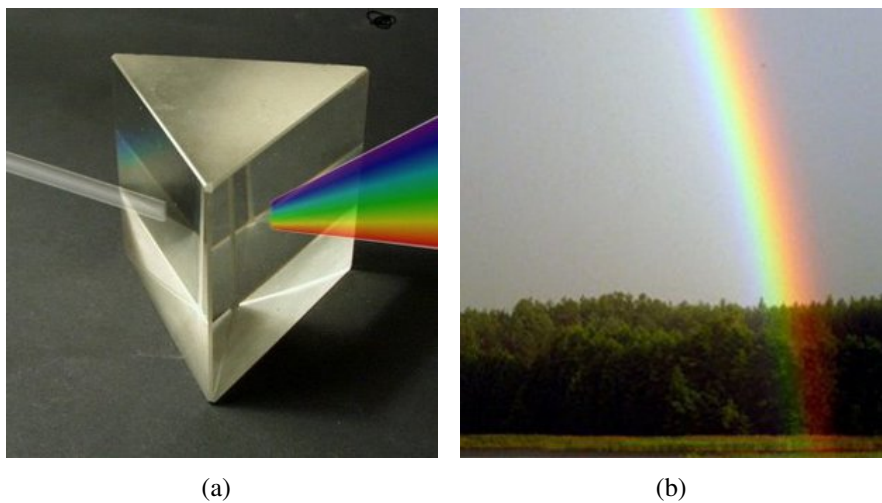


Figura 2.6: Decomposição da luz ao atravessar um prisma e arco-íris [17] [18]

O olho humano é responsável pela detecção das cores, sendo também capaz de distinguir formas. Ao captar a luz, o olho fá-la convergir na retina onde se forma uma imagem inversa [19] (Figura 2.7).

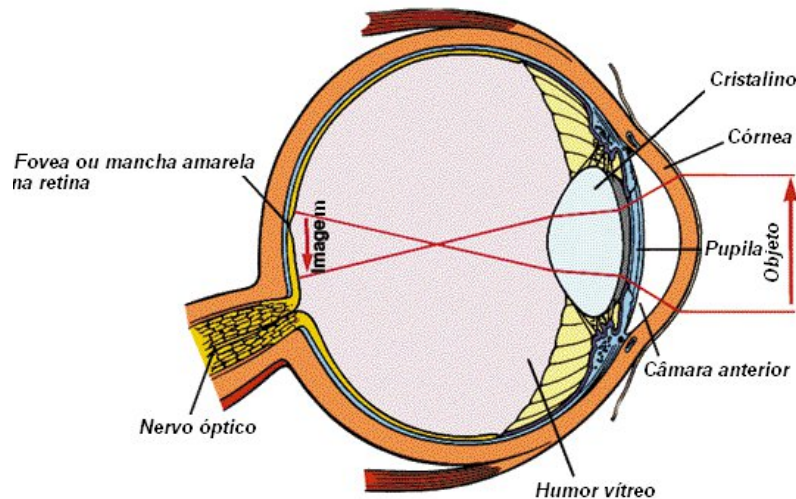


Figura 2.7: Morfologia do olho humano [19]

Na retina existem dois tipos de células, os cones e os bastonetes. Ambos transformam os fótons em impulsos nervosos que, ao serem enviados para o cérebro, são interpretados como imagens. Na sua forma mais básica, podemos descrever uma imagem como um conjunto de cores e formas. É aqui que difere a função dos cones e dos bastonetes. Existem três tipos de cones: do tipo  $\rho$ , que são sensíveis a cores na gama do vermelho, do tipo  $\gamma$ , que são sensíveis a cores na gama do verde e os do tipo  $\beta$ , sensíveis aos comprimentos de onda relativos à gama do azul [16] [20]. A sensibilidade de cada um destes tipos de cones não é exclusiva, isto é, um cone do tipo  $\rho$  também é capaz de detectar, embora com menos eficiência, cor verde. É importante referir que os cones do tipo  $\gamma$  e  $\rho$  são mais sensíveis às respectivas cores do que os cones do tipo  $\beta$  [16] (Figura 2.8). Isto faz crer que o azul não é uma boa cor a utilizar quando se quer fazer realçar algum aspecto ou captar a atenção de um observador [21].

Os bastonetes são as células responsáveis pela detecção de formas [16] [20]. Através das diferenças luminosas permitem diferenciar arestas e, deste modo, interpretar formas. Os bastonetes não são capazes de discriminar cores pois recebem a luz em todos os seus comprimentos de onda.

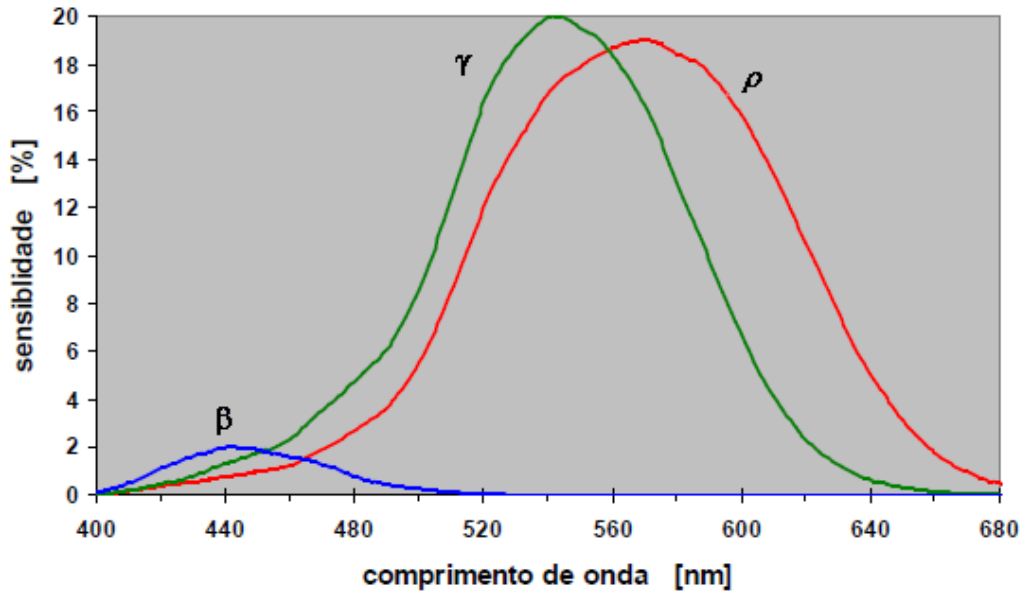


Figura 2.8: Relação da sensibilidade dos cones com o comprimento de onda [16]

### 2.3.2 Modelos de cor

Um dos modelos de cor mais utilizados é o RGB, que, tal como o nome indica, assenta em três cores principais: vermelho, verde e azul (*Red, Green, Blue*). Este modelo foi pensado para reproduzir imagens em sistemas electrónicos que emitem luz, como a televisão e o computador, mas já antes da “era electrónica” existia uma fundamentação teórica para o modelo, baseada na percepção que o Homem tem das cores. O uso do modelo RGB continua fiel ao motivo da sua concepção e é empregue por quase todos os dispositivos que representam imagens. Televisões (CRT, LCD, plasma), câmaras de vídeo, scanners, câmaras digitais, computadores, telemóveis e projectores empregam este modelo. O RGB é um modelo aditivo, pois representa as cores a partir da composição das suas três cores principais, com intensidades que variam entre 0 e 1. Uma representação comum deste modelo é o cubo RGB [22] (Figura 2.9). As três cores base são representadas pelos eixos principais e cada um dos vértices nesses eixos corresponde à respectiva cor pura. Os outros vértices correspondem às cores magenta, ciano e amarelo, consoante as combinações das cores primárias; por exemplo, o magenta obtém-se da adição de azul com vermelho nas intensidades máximas; o branco consegue-se juntando, nas intensidades máximas, as três cores primárias do modelo (vértice (1,1,1)) e o preto corresponde à ausência de luz (vértice (0,0,0)); os tons de cinzento são obtidos com a adição de todas as cores base com a mesma intensidade e situam-se na diagonal principal do cubo que une os vértices (0,0,0) e (1,1,1).

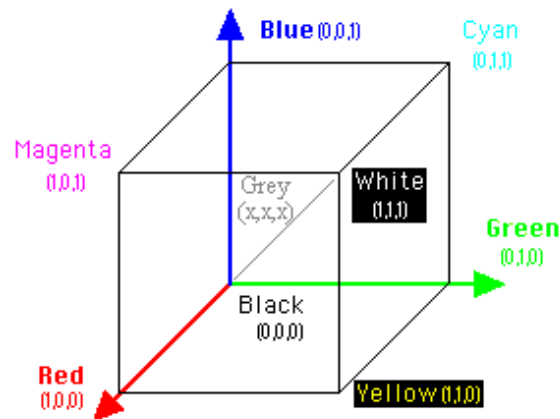


Figura 2.9: Cubo RGB [22]

Outro modelo de cor bastante utilizado é o HSV. Foi desenvolvido para suportar aplicações que lidam com gráficos, como, por exemplo, software de edição de imagens. É um modelo mais fácil de compreender que o RGB, pois aproxima-se mais dos modelos usados em artes visuais.

Tal como acontece no modelo RGB, as letras HSV correspondem a palavras inglesas: *Hue* (cor, matiz), *Saturation* (saturação) e *Value* (valor). Estas são as principais componentes deste modelo de cor, que pode ser representado graficamente por uma pirâmide hexagonal invertida [23] (Figura 2.10). É na base da pirâmide que encontramos os valores do *hue*. O intervalo de 0 a 360 graus indica a cor em questão. As cores primárias vermelho, amarelo, verde, ciano, azul e magenta encontram-se nos ângulos com valores de 0, 60, 120, 180, 240 e 300 graus, respectivamente. Se uma cor tiver o máximo de saturação, 1 no intervalo de 0 a 1, quer dizer que esta é pura e está numa aresta ou num vértice da base da pirâmide. A cor branca corresponde ao centro da base, em que a saturação é 0. A intensidade de uma cor é dada pelo parâmetro *value*. Quanto mais o valor se aproximar de 0, mais a cor se aproxima do preto (vértice da pirâmide). A gama dos cinzentos está representada ao longo do eixo da pirâmide.

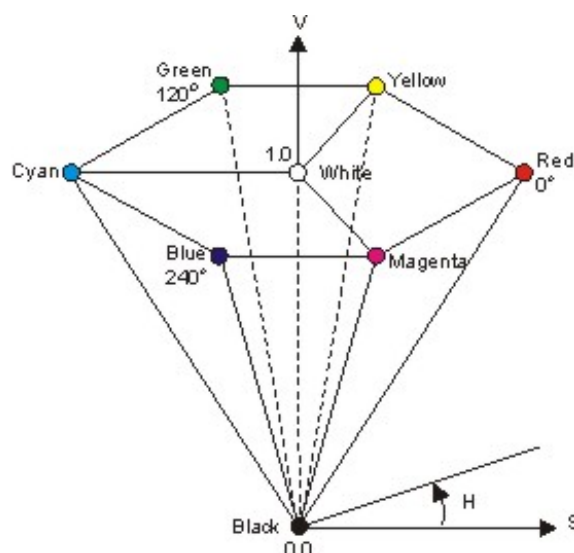


Figura 2.10: Pirâmide HSV [23]

### 2.3.3 Emprego da cor

Dar uma utilização correcta à cor não é uma tarefa trivial. Mesmo que cada situação requeira uma aplicação em particular, há certos princípios que devem ser seguidos para a cor ser bem empregue.

Deve ser evitado o uso excessivo de cores para não haver uma sobrecarga visual [21]. Se isso acontecer é provável que haja perda de informação por parte do destinatário, já que a sua atenção pode estar dividida por elementos não essenciais. Existe uma boa maneira de evitar este problema e decidir quais as cores que podem ser empregues numa imagem com conteúdo: começar a imagem a preto e branco; depois ir colocando a cor de modo a perceber quais são as mais adequadas para passar a mensagem pretendida.

Outro dos cuidados a ter é o emprego da cor relativamente à cultura. Em Portugal ou noutro país ocidental não convém representar um ponto de acesso, por exemplo, uma via numa portagem de uma auto-estrada, a vermelho porque, com forte probabilidade, irá ser mal interpretado, ou seja, como um ponto de “não acesso”, dado que esta cor está fortemente associada a proibições.

O plano estético também não deve ser esquecido. Mesmo com uma alguma subjectividade, há certos princípios que podem ser seguidos para a combinação de cores. O método baseado na inscrição de polígonos regulares no círculo cromático permite escolher uma harmoniosa combinação de cores [16] (Figura 2.11). Por exemplo, se quisermos usar uma determinada cor e combiná-la com mais duas, inscrevemos no círculo um triângulo equilátero com um vértice na cor pretendida e os outros dois vértices estarão sobre as cores que combinam com a inicial.

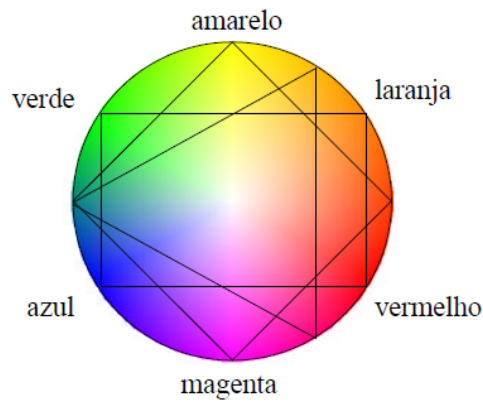


Figura 2.11: Círculo cromático [16]

As combinações entre texto e cor também podem ser problemáticas [16] (Figura 2.12). São frequentes as situações em que o contraste do texto com a cor de fundo não é apropriado.



Figura 2.12: Exemplos de más combinações de cores [16]

Pode ser adoptada uma solução em que o uso da cor é mais eficaz no que diz respeito ao contraste [16] (Figura 2.13).

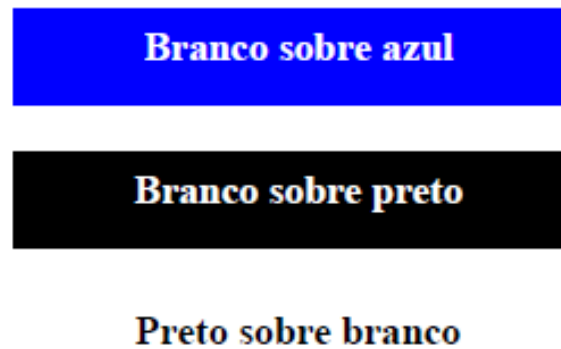


Figura 2.13: Exemplos de boas combinações de cores [16]

A principal razão para a cor ser um elemento de utilização tão complexa é o facto de a sua percepção depender do contexto de visualização e também do sistema visual da pessoa [21]. Cores próximas interagem afectando a tonalidade, luminosidade e saturação, podendo mesmo, por vezes, dar origem a ilusões de óptica [24] (Figura 2.14).

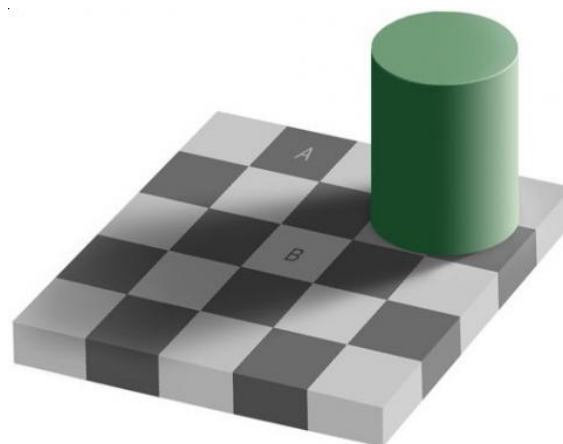


Figura 2.14: Ilusão de óptica, o quadrado A é da mesma cor que o quadrado B [24]



## 2.4 A Atenção

A atenção é um processo através do qual o nosso cérebro capta estímulos e estabelece relações entre eles. São inúmeros os estímulos que o nosso corpo recebe em simultâneo através dos cinco sentidos, mas, no entanto, só respondemos aos que são identificados como os mais importantes.

O sentido que mais percepção de informação é a visão. É também o que mais informação ignora. É precisamente o captar da atenção através da percepção visual que tem mais relevância para este trabalho, pelo que é fundamental perceber quais os elementos que melhor e mais rapidamente captam a nossa atenção e quais os atributos que influenciam a nossa percepção acerca da informação.

### 2.4.1 Variáveis visuais

Na década de 1960 o cartógrafo francês Jaques Bertin propôs uma abordagem para comunicação e representação de informação através de meios visuais, ainda hoje reconhecida como um marco importante no contexto da cartografia [4]. Bertin listou sete variáveis visuais: a posição, a tamanho, a forma, a tonalidade, a cor, a orientação e a textura [25] (Figura 2.15).

Para representar diferentes aspectos da informação, as variáveis visuais devem ser escolhidas consoante as suas características. Com base nestas, Bertin classificou as variáveis visuais em selectivas, associativas, ordenadas e quantitativas. Uma variável visual é selectiva se todos os símbolos se conseguem isolar facilmente, formando um grupo de símbolos similares baseados nessa mesma variável visual. A cor é selectiva, pois podemos, por exemplo, identificar numa imagem o conjunto dos símbolos vermelhos, em comparação com os verdes. Uma variável diz-se associativa se perceptivelmente se puderem agrupar as categorias ou instâncias de símbolos baseados nessa característica visual. A forma é associativa: podemos agrupar símbolos com a mesma forma e tamanhos diferentes ou com formas diferentes e mesmo tamanho. Quando conseguimos classificar perceptivelmente um símbolo baseados numa característica visual que varia, então a variável visual é ordenada (por exemplo, tonalidade clara vs tonalidade escura). Por último, uma variável visual é quantitativa quando é possível quantificar o grau de variação de um símbolo visual [4] [26].








Bertin's Original Visual Variables	
<b>Position</b> changes in the x, y location	
<b>Size</b> change in length, area or repetition	
<b>Shape</b> infinite number of shapes	
<b>Value</b> changes from light to dark	
<b>Colour</b> changes in hue at a given value	
<b>Orientation</b> changes in alignment	
<b>Texture</b> variation in 'grain'	

Figura 2.15: Variáveis visuais de Bertin [25]

### 2.4.2 Atributos que guiam a atenção

A essência da expressão numa imagem resulta das variáveis e atributos que a compõem. Percebendo as potencialidades e a influência desses atributos numa imagem, podemos torná-la mais rica, clara e expressiva. Há atributos para os quais existem regras que devem ser obedecidas para se obterem melhores resultados na concepção de imagens sugestivas [27].

Numa imagem existem geralmente diversos atributos que guiam a atenção do observador. As sete variáveis visuais originalmente propostas por Jaques Bertin estão incluídas nesse grupo de atributos. É fundamental saber quais os atributos que mais depressa e melhor captam a atenção e o que torna um elemento de uma imagem mais “saliente” que os outros. Fazer claramente a pergunta “Quais os elementos que fazem com que um símbolo seja percebido antes de outros e, conseqüentemente, interpretado em primeiro lugar?” pode ser o ponto de partida para orientar as buscas que levem à resposta correcta.

### 2.4.3 Tamanho

Um uso correcto do tamanho não consiste necessariamente em respeitar com rigor a proporcionalidade e relação dos valores numéricos representados pelos símbolos. Muitas vezes basta aplicar uma variação de tamanho mais simples. Por exemplo, se quisermos representar o número de trabalhadores num hospital, podemos recorrer a símbolos como mostra a figura [27] (Figura 2.16). Como se pode ver, o símbolo que representa sessenta trabalhadores não é seis vezes maior do que o que representa dez. Se assim fosse, seria

um ícone gigante, certamente de utilização incômoda para representar um hospital onde trabalham mil pessoas. O importante é que um ícone pequeno passe a ideia de “menos” em relação a um ícone do mesmo tipo que seja maior.

O tamanho é uma variável bastante influente. Ícones de tamanhos maiores tendem a chamar a atenção mais rapidamente do que ícones mais pequenos. Estudos realizados mostram que detecções de mudanças de tamanho numa imagem obtêm um tempo de resposta inferior a outras variáveis visuais, como, por exemplo, a cor e a orientação. Também o tempo da primeira fixação visual é menor na presença duma mudança de tamanho dum elemento [4].

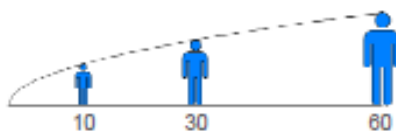


Figura 2.16: Exemplo do uso da variável tamanho [27]

#### 2.4.4 Cor

As variações de cor também são bastante perceptíveis ao olho humano. Não só através da mudança da cor em si, mas também por causa da variação da tonalidade dentro duma mesma cor, ou da variação da sua intensidade [27]. Ainda assim, há cores que têm um maior impacto nos nossos olhos do que outras. Ao contrário do verde e do vermelho, o azul não é tão perceptível, devido à menor sensibilidade dos cones na retina em relação a esta cor [16]. Deste modo, por exemplo, a variação de cor numa imagem pode ser usada para representar as zonas de risco de incêndio em Portugal [28] (Figura 2.17). As cores mais fortes, por captarem melhor a atenção, representam zonas de maior risco.

As diferenças de saturação numa cor também influenciam a percepção; cores mais saturadas tendem a ser captadas primeiro [27] (Figura 2.18).

A detecção da variação de cor numa imagem é quase tão rápida quanto a detecção da variação de tamanho [4].

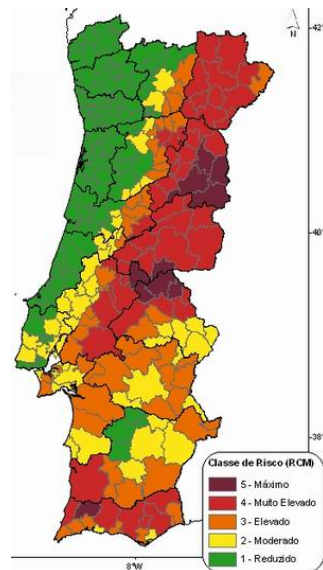


Figura 2.17: Exemplo do uso da variável cor (cor dominante) [28]

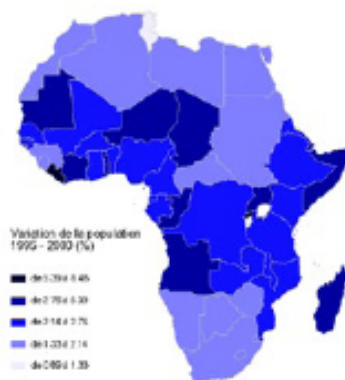


Figura 2.18: Exemplo do uso da variável cor (saturação) [27]

### 2.4.5 Orientação

A orientação está normalmente associada a padrões. É muito comum variar-se o ângulo desse padrão de modo a alterar uma determinada representação [27] (Figura 2.19). No preenchimento de superfícies, as variações de orientação podem representar tipos de informação diferente. Por exemplo, pode representar-se com linhas verticais os distritos do país com uma população superior a 300000 habitantes e com linhas horizontais os distritos com população inferior a 300000 habitantes. Mesmo sendo um dos atributos que melhor chama a atenção, as variações de orientação têm uma detecção mais lenta que as variáveis anteriores [29] [4].



Figura 2.19: Exemplo do uso da variável orientação [29]

2.4.6 Movimento

O movimento é um dos atributos que mais capta a atenção porque dificilmente passa despercebido ao olho humano, sobretudo se o ambiente for maioritariamente estático [29]. Um deslocamento ou um piscar dum elemento são suficientes para o realçar no meio de muitos outros.

No entanto, o uso de movimento tem que ser moderado para não se correr o risco de tornar confusa a representação de informação. Demasiadas animações ao mesmo tempo podem acabar por confundir o observador. Uma desvantagem deste atributo é o facto de não ser viável em todos os tipos de suporte. Numa aplicação informática não há limitações; no entanto, o mesmo não se pode dizer duma folha de papel, que suporta quase todos os atributos e variáveis visuais, mas onde o movimento não se pode representar.

2.4.7 Outros atributos

Há inúmeros atributos e variáveis que são usados para enriquecer um contexto que pretende transmitir informação visualmente. Um dos objectivos desse enriquecimento é tornar mais saliente a informação importante. Como tal, tem que se saber como captar a atenção da melhor maneira. A tabela da Figura 2.20 [29], que integra os atributos referidos anteriormente nesta secção, mostra uma classificação de atributos baseada no grau de probabilidade com que captam a atenção. Há os atributos sobre os quais não há dúvidas que captem a atenção, os prováveis, os possíveis, os duvidosos e os não prováveis.

Table1   Attributes that might guide the deployment of attention				
Undoubted attributes*	Probable attributes†	Possible attributes‡	Doubtful cases§	Probable non-attributes¶
-Colour <sup>26,27,37,39,40</sup> -Motion <sup>30,56,57</sup> -Orientation <sup>41,42,58-61</sup> -Size (including length and spatial frequency) <sup>27,62,63</sup>	-Luminance onset (flicker) <sup>64,65</sup> -Luminance polarity <sup>21,66</sup> -Vernier offset <sup>67</sup> -Stereoscopic depth and tilt <sup>68-70</sup> -Pictorial depth cues <sup>71-73</sup> -Shape <sup>27,58,74-80</sup> -Line termination <sup>22,81,82</sup> -Closure <sup>26,77,83-85</sup> -Topological status <sup>77,86,87</sup> -Curvature <sup>27,67,88</sup>	-Lighting direction (shading) <sup>51,89</sup> -Glossiness (luster) <sup>52</sup> -Expansion <sup>90,91</sup> -Number <sup>27,81</sup> -Aspect ratio <sup>27</sup>	-Novelty <sup>28,53,92</sup> -Letter identity (over-learned sets, in general) <sup>93-95</sup> -Alphanumeric category <sup>96-99</sup>	-Intersection <sup>8,58</sup> -Optic flow <sup>29,91</sup> -Colour change <sup>64</sup> -Three-dimensional volumes (such as geons) <sup>100,101</sup> -Faces (familiar, upright, angry and so on) <sup>102-108</sup> -Your name <sup>109</sup> -Semantic category (for example, 'animal', 'scary') <sup>10</sup>
Attributes are grouped by the likelihood that they are, in fact, sources of guidance of attention. References are representative but not exhaustive. *'Undoubted' meaning that they are supported by many studies with converging methods. †Less confidence owing to limited data, dissenting opinions or the possibility of alternative explanations. ‡Still less confidence. §Unconvincing, but still possible. ¶Suggested guiding features where the balance of evidence argues against inclusion on the list.				

Figura 2.20: Tabela com atributos que captam a atenção [29]

É importante fazer um bom uso de cada atributo, de modo a maximizar as suas potencialidades em situações concretas. Quando é obrigatório que um elemento visual não passe despercebido, deve recorrer-se aos atributos que, comprovadamente, melhor captam a atenção. Muitos atributos podem ser combinados uns com os outros para melhor se conseguirem os objectivos desejados.

## 2.5 Ferramentas e tecnologias utilizadas

Nesta secção apresentam-se algumas ferramentas e tecnologias relacionadas com a concepção de ícones e símbolos que permitiram comprovar e perceber os conceitos estudados e o conhecimento adquirido.

### 2.5.1 SVG

No que diz respeito ao desenho dos mapas e dos símbolos gráficos que representam os pontos de interesse escolhi o Scalable Vector Graphics (SVG) [30]. É um formato vocacionado para a representação de gráficos na Internet e utiliza o modelo de cor RGB.

Na Internet podem encontrar-se mapas em dois tipos de formatos: *raster* e vectorial [1]. Os formatos *raster* suportam mapas interactivos, mas suportam mal os aumentos de escala, gerando imagens de pouca qualidade.

As imagens em formatos vectoriais são compostas por primitivas geométricas, como segmentos de recta, polígonos, arcos de círculo, entre outras. Cada uma destas primitivas contém informação sobre a sua cor, posição ou espessura, o que permite que suportem bem um aumento de escala. Adicionalmente, nestes formatos podem usar-se camadas ou níveis de abstracção, o que, no caso dos mapas, tem uma clara utilidade. Por exemplo, no mapa de uma grande cidade, em determinadas situações usamos mapas que mostram apenas as ruas principais com ou sem as respectivas denominações toponímicas, enquanto noutras recorremos a mapas que mostram todas as artérias, mesmo as mais pequenas. Escolhi o formato vectorial SVG por ser uma norma do W3C, definida em XML, que permite três tipos de objectos gráficos (formas vectoriais, imagens e texto) e que suporta interactividade e animações [1].

### 2.5.2 Inkscape e GIMP

O Inkscape é uma ferramenta *open source* de desenho que usa o formato SVG. Esta ferramenta suporta funcionalidades do SVG, como formas básicas, caminhos (paths), texto, marcadores, clones, *alpha blending*, transformações, gradientes e agrupamentos. Também suporta camadas, operações complexas de caminhos e edição de SVG em XML. Ainda é capaz de importar formatos como o EPS, PostScript, JPEG, PNG, BMP e TIFF e exporta PNG, bem como formatos vectoriais.

Esta ferramenta foi uma valiosa ajuda na concepção e alteração dos ícones usados no meu trabalho. Pelas suas características e por ser um editor apelativo e de boa usabilidade, o Inkscape permitiu que os ícones tivessem melhor qualidade e que gastasse menos tempo do que teria gasto se tivesse feito tudo em SVG base.

O “GNU Image Manipulation Program”, mais conhecido por GIMP, é uma ferramenta de criação e edição de imagem. Foi também uma ferramenta bastante útil no desenvolvimento deste trabalho porque, embora não lide com o formato SVG, permitiu editar imagens e usá-las, não só na aplicação, em situações em que o formato SVG não era o indicado, mas também no presente relatório.

## 2.6 Conclusão

Neste capítulo apresentei os itens essenciais do que me ocorre designar por 1º acto do período de realização do PEI. Foi uma espécie de viagem relativamente longa e, por vezes, algo penosa devido à natureza das matérias em estudo, que estão essencialmente fora da minha formação académica de base. Devo reconhecer, no entanto, que me enriqueceu o espírito e me mostrou os fundamentos teóricos de regras práticas que o esforço de muita gente veio a tornar de fácil aplicação. Nesta viagem também “conheci” Jacques Bertin e fiquei com a sensação que depois dele, pelo menos do ponto de vista do meu trabalho, o que existe verdadeiramente de novo é muita, muita tecnologia!





# Capítulo 3

## Trabalho desenvolvido

Neste capítulo apresento os itens mais relevantes do trabalho, de natureza mais prática, efectuado ao longo do que designo por 2º acto do período de realização do PEI. Começo por uma descrição do protótipo *VisWide* [3] tal como o encontrei, complementando-a de seguida com as alterações e melhorias que lhe fiz; continuo com uma exposição das estratégias de tratamento da problemática de representação de Pontos de Interesse, descrevo os testes realizados aos utilizadores e termino com a análise dos resultados.

### 3.1 *VisWide* - O protótipo base

#### 3.1.1 Descrição da aplicação

O *VisWide* é um protótipo que representa pontos de interesse em mapas (Figura 3.1). Dispõe de uma interface através da qual o utilizador indica o tipo de pontos de interesse que procura e quantifica o grau ou o nível de relevância que estes pontos têm para si. De acordo com esta informação fornecida pelo utilizador, o protótipo, primeiramente, procura numa base de dados de Pontos de Interesse, quais são os que satisfazem os critérios do utilizador. Em segundo lugar, depois de encontrados esses pontos, o protótipo usa uma função de Grau de Interesse para calcular um valor numérico para cada um destes pontos. Este valor numérico, designado por importância ou relevância, é determinante na forma como os Pontos de Interesse são representados graficamente. Os que estão abaixo de um determinado limiar, definido também pelo utilizador, não são representados. No estado actual de desenvolvimento do programa, os pontos de interesse que podem ser pesquisados são apenas de três categorias: bombas de gasolina, hotéis e monumentos. Cada uma destas categorias tem vários atributos, através dos quais se especifica a pesquisa do ponto de interesse.

O principal objectivo do trabalho não foi o desenvolvimento do *VisWide*, foi antes a concepção e uso de vários tipos de representação para os Pontos de Interesse e respectivos testes com utilizadores reais. Como protótipo base, o *VisWide* foi um veículo para levar a cabo este objectivo.

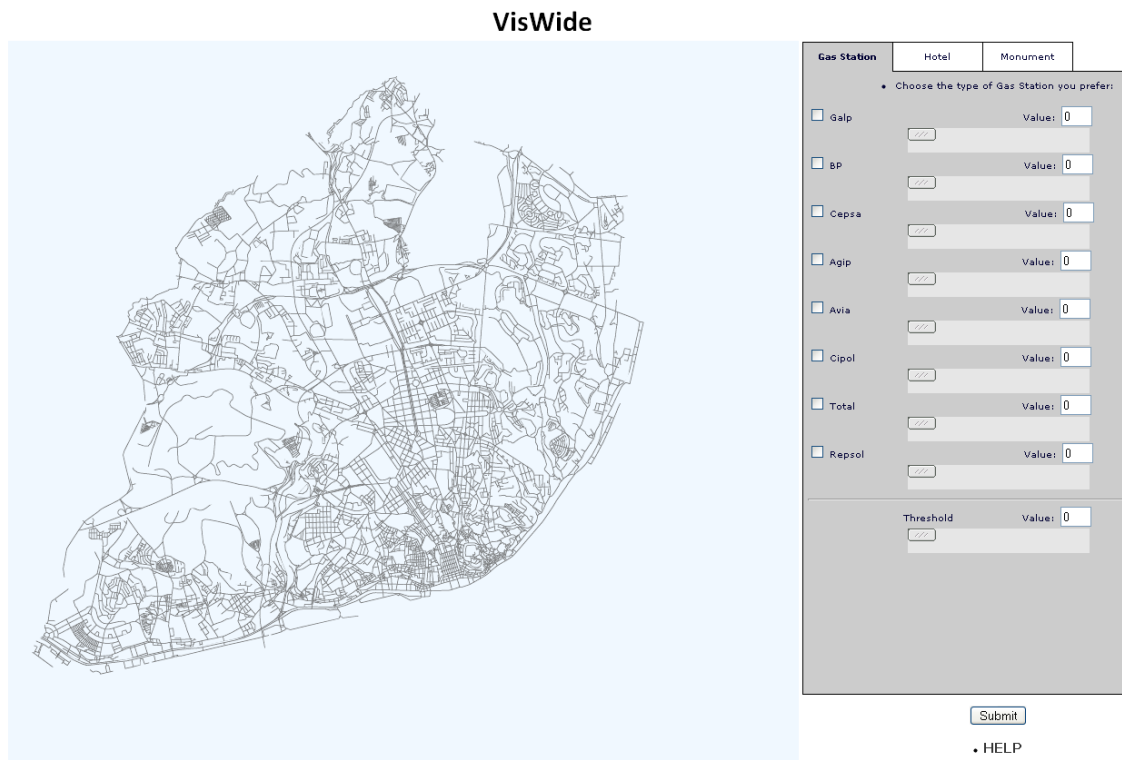


Figura 3.1: Ecrã inicial do VisWide

Uma boa parte do trabalho levado a cabo pelo Bruno Paiva consistiu no tratamento do *cluttering*. O *cluttering* pode ser, neste caso, definido como uma situação indesejável de sobrecarga de informação visual, traduzida num “amontoador” de ícones num mesmo local do mapa, após a realização de uma pesquisa (Figura 3.2).

Figura 3.2: Exemplo de *cluttering*

As técnicas implementadas para tratar o *cluttering* foram: a minimização em conjunto, a separação e o efeito *dock-like*. A técnica da minimização em conjunto consiste no desaparecimento dum conjunto de ícones de forma a reduzir o *cluttering*, dando assim melhor visibilidade a possíveis ícones que estejam perto do conjunto em questão (Figura 3.3).

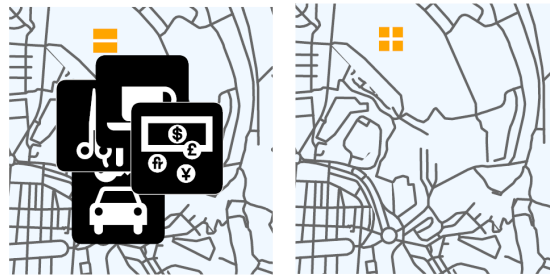


Figura 3.3: Exemplo da minimização em conjunto

A técnica da separação não só tem a mesma utilidade da minimização, mas também permite ficarmos a saber a localização de cada ponto de interesse mais detalhadamente. Isto acontece porque, ao fazer um *click* sobre os ícones sobrepostos, estes vão-se separar e é desenhado um segmento de recta especificando a localização de cada um deles (Figura 3.4).



Figura 3.4: Exemplo da separação

O efeito *dock-like* consiste num aumento progressivo do tamanho do ícone, à medida que o cursor do rato se aproxima do seu centro. Desta forma conseguimos saber mais detalhadamente que pontos de interesse se encontram numa zona com um *cluttering* mais elevado (Figura 3.5).

Figura 3.5: Exemplo de *dock-like*

### 3.1.2 Arquitectura do protótipo

Para desenvolver o protótipo recorreu-se a várias ferramentas informáticas.

A interface gráfica que contém os menus, botões, *checkboxes* e *sliders* foi desenvolvida em HTML.

O mapa de Lisboa e os ícones que representam os pontos de interesse estão em formato SVG.

O SQL é usado para fazer a pesquisa na base de dados dos pontos de interesse que se situam em Lisboa, tendo em conta os valores dos atributos.

O valor de relevância de cada ponto de interesse é calculado por uma função de grau de interesse, programada em Java.

Os eventos de *click* são tratados em JavaScript, enquanto o PHP interpreta os resultados obtidos nas operações anteriores e representa os pontos de interesse no mapa (Figura 3.6).

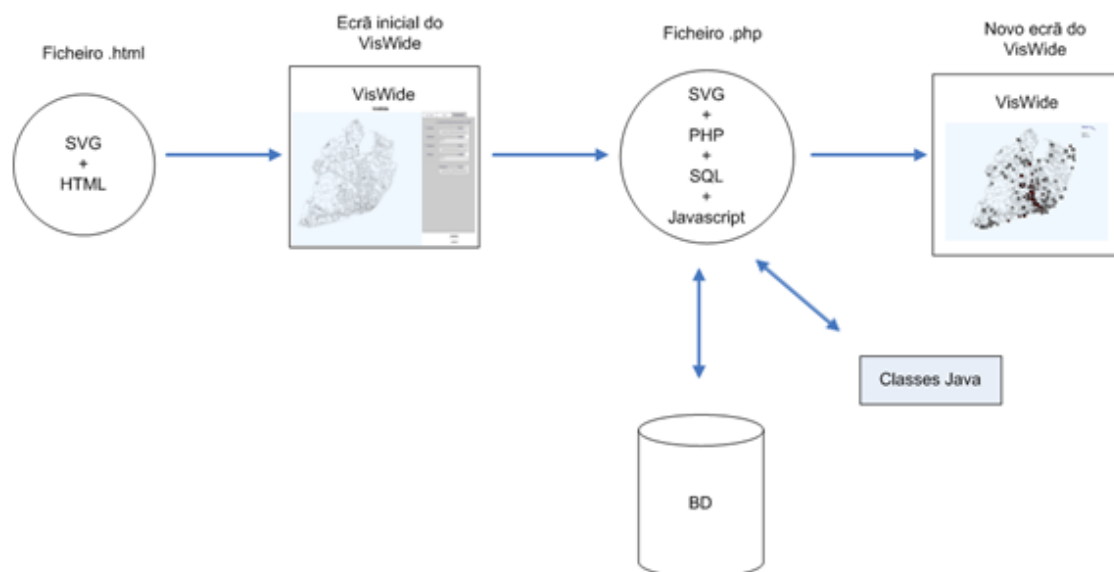


Figura 3.6: Arquitectura do protótipo [3]

O protótipo é executado sobre o software XAMPP, que contém o servidor Apache e o suporte para PHP.

## 3.2 Melhorias efectuadas ao protótipo

As melhorias e correcções mais importantes que, numa fase inicial, introduzi no protótipo foram:

- diversas acções de racionalização e optimização de código
- melhoria na funcionalidade e usabilidade da interface, passando também a ser possível a introdução dos valores dos atributos das pesquisas nas caixas de texto e não só através da manipulação dos *sliders*
- correcção da incoerência dos valores por omissão dos atributos das pesquisas; são agora 0, em vez de 1, o que está de acordo com o estado inicial dos *sliders*
- alteração do menu de ajuda, dando mais clareza às instruções de uso da aplicação.
- disponibilização do *VisWide* na Web: pode encontrar-se o protótipo *VisWide* em <http://labmag.di.fc.ul.pt/viswide> e pode ser visualizado no *browser* Safari (ver instruções pormenorizadas no ponto A.2 do Manual de utilizador)

Embora o tratamento do *cluttering* não tenha sido o foco principal das melhorias mais recentes, implementei e testei um novo algoritmo que visa a sua diminuição. Este algoritmo, escrito em PHP, consiste na divisão da área do mapa com base numa grelha invisível, em que cada célula tem aproximadamente o tamanho médio dos ícones utilizados para representar os pontos de interesse (400x400 pixels). À medida que está a decorrer o posicionamento de cada ponto de interesse o algoritmo verifica se, na célula onde o dito ponto vai ficar representado, já se encontra outro ponto. Em caso afirmativo, este último não vai ser representado, para não criar um aglomerado de ícones. Vai existir apenas um ponto de interesse por célula, reduzindo-se assim drasticamente o *cluttering* (Figura 3.7)



Figura 3.7: Pesquisa com algoritmo vs pesquisa sem algoritmo

Ainda houve mais uma preocupação com o *cluttering*: a melhoria da técnica da separação. As funções JavaScript que tratam dos eventos *click* que permitem juntar e separar os ícones não estavam desenvolvidas de uma forma muito escalável, pois o número de ícones que eram separados não podia ser diferente de três. Alterei isto e o número de ícones que passaram a separar-se após um *click* é adaptável a cada situação concreta.

Uma outra funcionalidade que acrescentei no *VisWide* foi o realçar dos pontos de interesse mais importantes para o utilizador. A todos os ícones que representam um ponto de interesse dos mais relevantes para o utilizador está associado uma função escrita em JavaScript. Ao detectar um *click* nesse ícone, a função realça todos os ícones mais importantes presentes no mapa, aplicando um valor de transparência em todos os outros (Figura 3.8). Esta funcionalidade pode ser observada na última versão do protótipo disponível na Web.

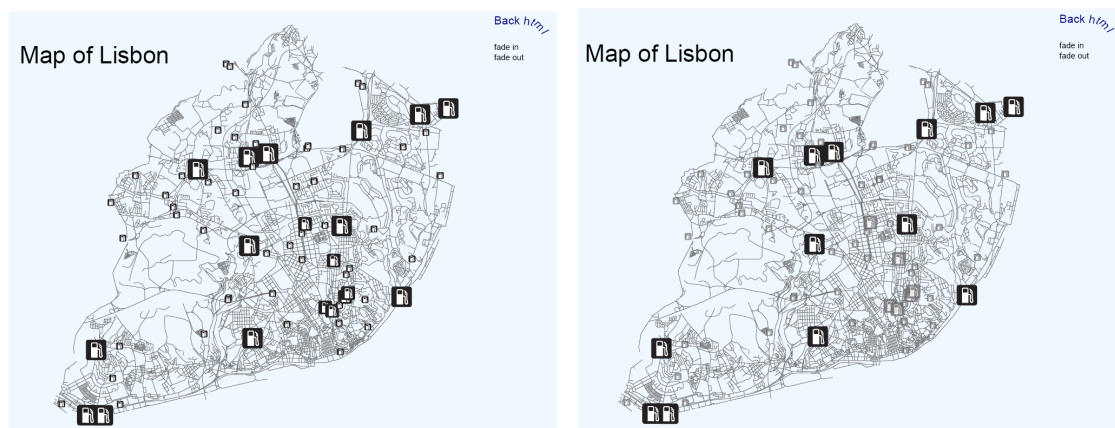


Figura 3.8: Funcionalidade que realça pontos de interesse mais importantes

### 3.3 Abordagens à representação dos Pontos de Interesse

Na especificação dos parâmetros de uma pesquisa o utilizador introduz um valor do limiar. Os pontos de interesse cuja relevância esteja abaixo do valor do limiar, não serão representados no mapa. O intervalo  $[\text{limiar}; 1]$  é dividido em 3 subintervalos iguais. Tendo em conta que o início do intervalo é marcado pelo valor do limiar e o fim pelo valor 1, os pontos de interesse que tenham um valor contido no primeiro subintervalo são classificados de **pouco relevantes** para o utilizador; aqueles cujo valor pertença ao segundo subintervalo são **relevantes** para o utilizador; os pontos de interesse com um valor no terceiro subintervalo e, conseqüentemente, mais próximo de 1, são classificados de **muito relevantes** para o utilizador.

A cada um destes subintervalos de valores que representam uma relevância para o utilizador, está associada uma representação diferente. Teoricamente, um ponto de interesse com um valor que caia no terceiro subintervalo vai ser representado de uma maneira que

chame mais a atenção do utilizador do que um ponto de interesse cujo valor pertença ao primeiro subintervalo.

O maior desafio foi perceber quais as características visuais que chamam mais a atenção do utilizador e que não lhe suscitam dúvidas quanto à relevância que pretendem expressar [31] [32].

Considerei a hipótese de combinar, em diferentes versões do protótipo, várias características visuais em simultâneo. Depressa desisti da ideia, pois quis evitar uma sobrecarga cognitiva ao utilizador. Ao ter apenas uma característica presente em cada versão, tenho a certeza do que está a motivar a interpretação do utilizador. Com duas ou mais características talvez obtivesse resultados mais satisfatórios em relação à qualidade representativa dos pontos de interesse, mas seria mais difícil cumprir o objectivo principal. Provavelmente, com duas ou mais características a serem testadas simultaneamente, um utilizador teria muitas dificuldades em identificar o que realmente lhe chama a atenção, ou o que ele interpreta como sendo mais ou menos relevante. Assim, este excesso de carga cognitiva foi posto de parte e testei apenas uma característica por versão.

#### **As cinco versões desenvolvidas**

Para realizar esta tarefa desenvolvi 5 versões da aplicação; cada uma delas testa uma característica visual das que, segundo estudos levados a cabo por Horowitz e Wolfe, são mais prováveis de guiar a atenção de um observador [29].

<b>Versão</b>	<b>Relevância</b>
Versão 1	Tamanho
Versão 2	Saturação
Versão 3	Cor dominante
Versão 4	Forma
Versão 5	Movimento

Tabela 3.1: Cinco versões

O valor de um ponto de interesse acima do limiar pode cair dentro de um dos 3 subintervalos de relevância definidos por este. Como tal, para a versão 1 criei 3 ícones de tamanhos diferentes. Utilizei o ícone de tamanho pequeno para representar os pontos de interesse que tinham um valor pertencente ao primeiro subintervalo, ou seja, os menos relevantes. O ícone de tamanho médio está directamente relacionado com o segundo subintervalo e os ícones de tamanho maior representam os pontos de interesse mais relevantes para o utilizador, ou seja, aqueles cujo valor pertence ao terceiro subintervalo (Figura 3.9).



Figura 3.9: Ícones da versão 1

Na versão 2 é a saturação que exprime a relevância de um ponto de interesse. Os ícones com um cor-de-rosa mais saturado correspondem aos pontos de interesse mais relevantes, enquanto os menos saturados representam os menos relevantes. Os restantes correspondem aos pontos de interesse relevantes (Figura 3.10).

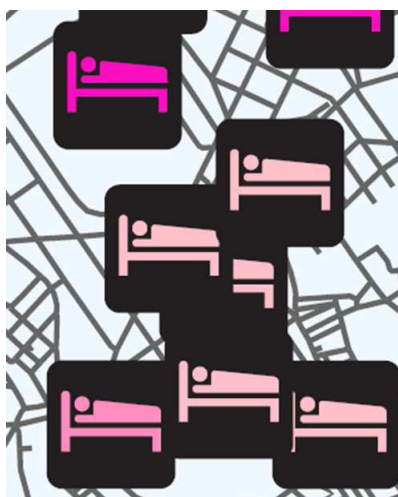


Figura 3.10: Ícones da versão 2

A cor foi a característica que utilizei para distinguir as importâncias na versão 3. Como descrevi na secção sobre a cor, nos nossos olhos existem umas células chamadas cones. Estas células, responsáveis pela distinção das cores, são mais sensíveis aos tons de vermelho e verde e menos aos tons de azul. No entanto, não quis utilizar cores às quais estão associados significados óbvios e correntes para a maioria dos utilizadores (por exemplo, vermelho para o mais importante). Em alternativa, mantendo as tonalidades de vermelho e azul, escolhi o cor-de-laranja para os ícones que representam os pontos de interesse mais importantes para um utilizador e escolhi o lilás para os pontos de interesse apenas relevantes. O cinzento foi escolhido para os menos relevantes (Figura 3.11).





Figura 3.11: Ícones da versão 3

A versão 4 apresenta diferenças em relação às restantes. A primeira diferença é a utilização de ícones sem semântica óbvia associada. Enquanto em todas as outras versões os ícones têm uma semântica óbvia associada à categoria em que se está a pesquisar, os da versão 4 não têm. Para representar bombas de gasolina usam-se estrelas e para os hotéis usam-se alvos (*bull's-eye*). Podemos considerar que a versão 4 está dividida em duas sub-versões. A forma é a variável visual que guia esta versão. Escolhi o rebordo para influenciar a forma do ícone. Ao pesquisar bombas de gasolina, quanto mais grosso for o rebordo da estrela, maior é a relevância da bomba de gasolina.

Na pesquisa de hotéis há uma ligeira diferença: sendo o *bull's-eye* o ícone escolhido para representar os hotéis, não só fiz variar a grossura do rebordo, mas também o número de “anéis” com círculos concêntricos. Quanto mais relevante for o hotel para o utilizador mais níveis o *bull's-eye* vai ter e mais espesso vai ser o rebordo deste. No final os hotéis mais importantes são aqueles cujo ícone tem mais níveis de detalhe e a distinção entre os apenas relevantes e o menos relevantes é então feita pela espessura do rebordo (Figura 3.12). Como o *bull's-eye* é um ícone conhecido pela maioria das pessoas senti a necessidade de manter o ícone com cor. Tenho a noção que o facto da cor estar presente do ícone pode influenciar a preferência deste ícone em relação a outros pois é ligeiramente mais completo. Para além disso, o ícone *bull's-eye* ainda transmite o significado de “acertei” no que procuro.



Figura 3.12: Ícones da versão 4

Escolhi a característica movimento/animação para a quinta versão. Neste caso os ícones menos importantes são os estáticos. Em relação aos restantes, quanto mais rápido piscarem mais relevantes são os pontos de interesse associados (Figura 3.13).



Figura 3.13: Ícones da versão 5

Para as versões 2, 3 e 4 criei legendas que mostram a relação da importância de um ponto de interesse com a sua representação icônica (Figura 3.14). Não senti necessidade de criar uma legenda para a versão 1 pois a variável tamanho pareceu-me demasiado evidente a transmitir informação das relevâncias dos pontos de interesse. A versão 5 também não possui uma legenda mas por uma razão diferente: não é viável representar o movimento numa legenda.

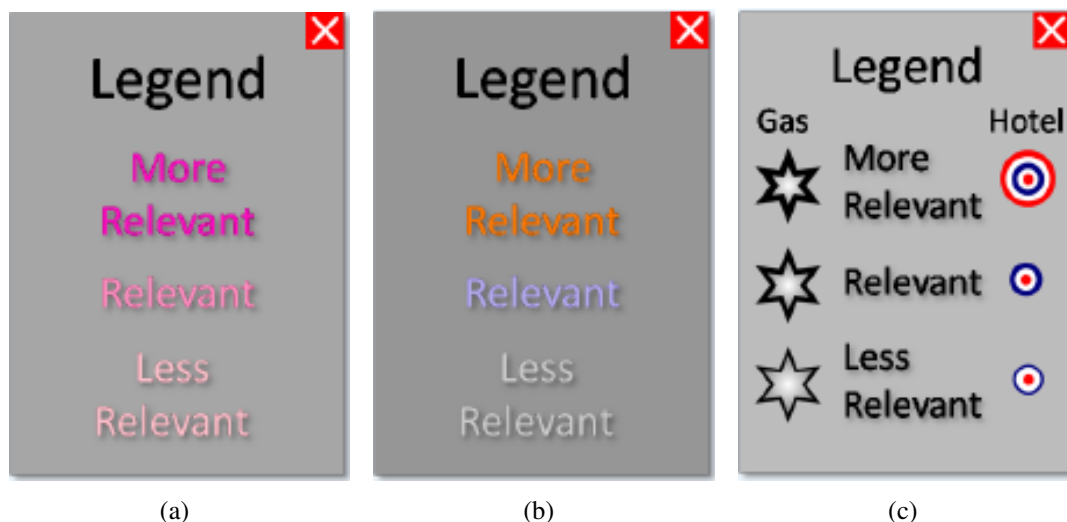


Figura 3.14: Legendas das versões 2, 3 e 4 respectivamente

## 3.4 Testes aos utilizadores

Desenvolvi todas as versões com o propósito de, ao serem apresentadas a utilizadores, poder testar, avaliar a sua clareza e comprovar algumas investigações e estudos já realizados por vários autores como Jeremy M. Wolfe e Simone Garlandini, entre outros [29] [4]. Ao testar individualmente cada uma das variáveis e características visuais pretendo investigar quais são as mais adequadas a cada situação, nomeadamente as que não suscitam dúvidas quanto à informação que pretendem expressar, sobretudo ao nível da relação da relevância com a representação.

O questionário dos testes encontra-se no apêndice B deste documento.

### 3.4.1 Amostra

Foram entrevistados trinta utilizadores divididos de forma equilibrada em três faixas etárias (-30, 30-45, +45), de formação base variada (alunos universitários de Informática, Biologia, Arquitectura e Design, professores de ensino secundário e universitário de diversas áreas, advogados), de ambos os géneros (50% de cada género). Todos os utilizadores usam mapas na Internet, metade deles diariamente, sem predominância de faixa etária. Um dos utilizadores, na faixa etária de -30, é daltónico.

Para ter a noção do conhecimento dos utilizadores de teste perguntei-lhes com que frequência utilizam a Internet e mais concretamente aplicações com mapas, dando como exemplo o *Google Maps*.

Cada utilizador realizou o teste individualmente comigo numa sala onde não se encontrava mais ninguém. O teste foi previamente explicado e realçou-se que o objectivo era tirar conclusões sobre os símbolos gráfico utilizados e a sua eficiência a transmitir os correspondentes níveis de relevância. Ficou assim claro que os testes não eram sobre a

utilização da aplicação propriamente dita.

### 3.4.2 O teste

O teste está dividido em 3 etapas: pesquisas controladas, pesquisas livres e balanço geral. Vejamos o que caracteriza cada etapa:

Etapa 1- Pesquisas Controladas: o utilizador de teste

a) analisou os *layouts* resultantes de um conjunto de pesquisas fixas, predefinidas (garantimos que em todas as pesquisas escolhidas aparecem símbolos relativos aos três níveis de relevância);

b) para cada *layout* respondeu a um conjunto de perguntas.

Etapa 2- Pesquisas Livres: o utilizador de teste analisou os layouts resultantes de um conjunto de pesquisas efectuadas livremente por ele próprio, podendo confirmar ou ajustar respostas dadas na etapa anterior.

Etapa 3- Balanço geral: o utilizador ordenou as três versões que considerou mais adequadas. Pôde ainda dar sugestões de melhoramento e opiniões pessoais de carácter mais genérico sobre o tipo de representações em estudo.

Vejamos o propósito de cada pergunta efectuada na etapa 1.

A pergunta 1 “Quantos ícones diferentes conseguem distinguir-se sobre o mapa?” permite ficarmos a saber se a escolha da variável visual da versão em questão é distinguível em todos os níveis de relevância.

A pergunta 2 “Como associa cada ícone ao seu nível de relevância?” vai dizer-nos se a característica que está a ser avaliada está a ter o desempenho esperado no que diz respeito à relação da importância de um ponto de interesse com a sua representação. Se sim, o utilizador irá responder que o ícone que pretende representar o ponto de interesse mais relevante é efectivamente esse. Também irá associar as relevâncias média e menor aos ícones que as pretendem representar.

Para ficarmos a saber se os pontos de interesse mais relevantes estão a desempenhar correctamente a sua função fazemos a pergunta 3 “Qual foi o ícone que lhe chamou a atenção em primeiro lugar?”

A pergunta 4 “Tendo em conta que se pretende avaliar com estes testes a qualidade dos ícones usados para expressar o Valor de Relevância de cada Ponto de Interesse, como

classificaria cada versão da aplicação (Muito Boa, Média, Fraca)?” dá-nos a ideia do que o utilizador está a achar de cada versão.

Como pode acontecer que os ícones mais sugestivos para um utilizador não estejam na sua versão preferida, fazemos a pergunta 5 “Qual o ícone mais sugestivo, de todos os que observou?”. A última pergunta “Quais são, por ordem, as três versões que considera mais adequadas?” vai certamente relevar ideias do utilizador depois das cinco primeiras perguntas, dando uma noção mais concreta sobre o que ele pensa de cada versão. Ainda fez parte do teste a recolha de sugestões de melhoria genéricas ou relativas a versões em particular.

Ao longo de todas as fases do teste anotei as observações que os utilizadores iam verbalizando.

Tal como foi referido atrás, em 3.4, as versões 2, 3 e 4 possuem uma legenda que permite interpretar os ícones representados sobre o mapa. Para não comprometer os resultados do teste, dado que a presença da legenda influenciaria o modo de pensar dos utilizadores, esta está omissa no momento em que os utilizadores obtêm os resultados da pesquisa. Em cada uma das versões, em vez da presença da legenda, coloquei um botão. Este botão tem a função de, ao ser pressionado com um *click* do rato, fazer aparecer a legenda da respectiva versão. Deste modo, no final da interpretação dos resultados da pesquisa, o utilizador pode comprovar se a sua ideia em relação à importância de cada ícone está de acordo com a que foi desenvolvida para a versão que está a ser testada.

### 3.5 Análise dos resultados dos testes

As respostas dos utilizadores às questões descritas atrás foram analisadas estatisticamente recorrendo a testes não paramétricos (teste do  $\chi^2$  e teste de Friedman). Este tipo de testes mede a probabilidade das diferenças observadas nas respostas de diferentes grupos de utilizadores serem ou não devidas ao acaso. Nesta etapa do estudo tive a colaboração da Professora Margarida Mendes Leal do DEIO/FCUL que obteve os resultados destes testes usando o software de análise estatística SPSS. Os resultados obtidos com estes testes estatísticos, aplicando um nível de significância de 5%, permitiram identificar as situações em que as respostas obtidas dependiam do grupo a que os utilizadores pertenciam. Para estes casos foram produzidos os gráficos de barras que me auxiliaram na análise dos resultados e que são apresentados nesta secção.

Analisei as respostas dos utilizadores a cada uma das perguntas referidas na subsecção anterior:

1. Todos os utilizadores conseguiram distinguir três símbolos diferentes sobre o mapa em todas as versões, mesmo o utilizador de teste daltónico. À excepção da versão 5,

quase todos os utilizadores conseguiram distinguir três símbolos diferentes sobre o mapa em todas as versões, só dois utilizadores identificaram apenas dois símbolos diferentes e ambos na versão 2. Estes dois casos isolados ocorreram devido ao facto dos ícones que representam os pontos de interesse relevantes e pouco relevantes serem pouco distintos entre si. Não foi uma situação esperada *a priori*, mas sim deduzida de observações de vários utilizadores, mesmo daqueles que conseguiram distinguir os três ícones diferentes. Na versão 5 houve seis casos em que não foram distinguidos os três tipos de ícones. Provavelmente a razão foi a natureza dos resultados apresentados na pesquisa realizada nesta versão. De facto, havia muitos ícones a piscar, aparecendo e desaparecendo, tornando um pouco confusa a observação dos resultados. Vários utilizadores assinalaram a dificuldade em distinguir ícones e seis deles não foram mesmo capazes de observar que existiam três tipos de representações.

2. A versão 1 foi a única em que todos os utilizadores acertaram no nível de relevância dos símbolos gráficos; a que apresentou piores resultados foi a versão 5 com apenas 15 respostas 100 por cento correctas. Da metade dos utilizadores que não respondeu correctamente a esta pergunta, sete deles fizeram uma associação errada da relação da representação com a relevância dizendo que os ícones estáticos correspondiam aos mais importantes e os que piscavam com um ritmo maior aos menos importantes. Dos outros oito, seis deles fizeram a associação correcta no que diz respeito aos ícones mais e menos importantes. Contudo, as respostas não podem ser contabilizadas como totalmente correctas porque foram os utilizadores que não distinguiram os 3 tipos de ícones diferentes. A representação que correspondia à relevância intermédia não foi identificada por estes utilizadores e, se tivesse sido, a associação dos outros ícones à importância podia ser diferente. Dois dos utilizadores não fizeram a mínima ideia de qual dos tipos de ícones podia ser o mais ou menos importante. As restantes 3 versões apresentam resultados muito análogos, apenas dois ou três utilizadores se confundiram ou mostraram hesitação na resposta, fazendo uma associação errada.

3. Também neste caso, a versão 1 recebeu respostas correctas de quase todos os utilizadores de teste, isto é, a todos eles, à excepção de dois, chamou primeiro à atenção o ícone que representa os pontos de interesse com maior relevância. A versão 5 mais uma vez obteve os piores resultados. A doze utilizadores não foi o ícone mais importante que chamou primeiro à atenção. Para cada uma das versões 2, 3 e 4, o ícone mais relevante não foi o primeiro a chamar a atenção de um número de utilizadores compreendido entre quatro e seis, o que se considera um resultado satisfatório. Recorrendo à Figura 3.15 e Figura 3.16 podemos fazer uma análise das respostas à pergunta 3 com base na formação dos utilizadores que foram agrupados em informáticos e não informáticos.

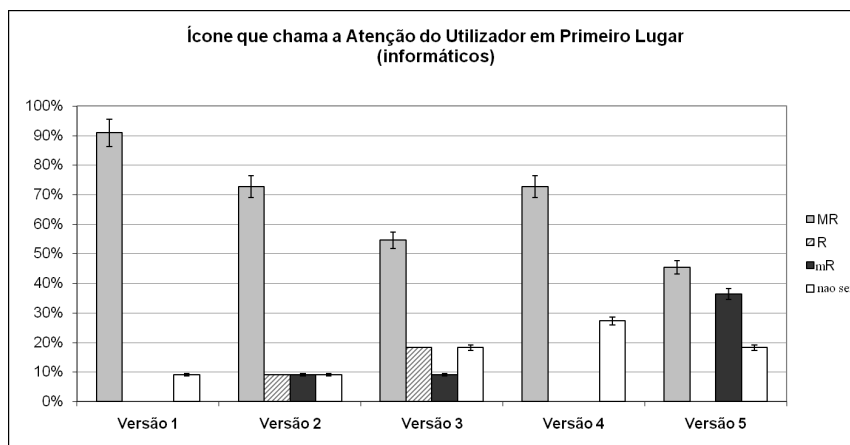


Figura 3.15: Respostas dadas por utilizadores informáticos na pergunta 3

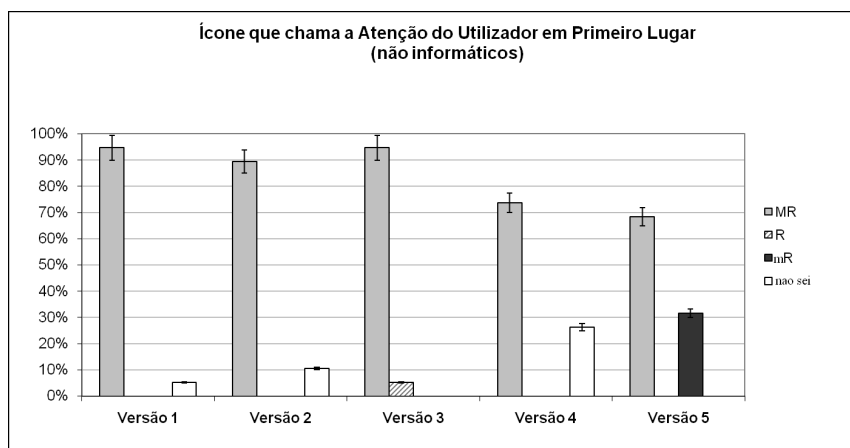


Figura 3.16: Respostas dadas por utilizadores não informáticos na pergunta 3

As maiores diferenças ocorrem ao nível das versões 2 e 3. O ícone mais relevante da versão 3 chamou a atenção a quase todos os não informáticos. Isso só aconteceu a sensivelmente metade dos informáticos que distribuíram as suas respostas pelos outros ícones desta versão. A versão 2 apresenta resultados análogos, embora a um nível menos acentuado.

4. Todas as versões receberam pelo menos uma vez a classificação máxima e a mínima. A Moda e a Mediana da versão 1 têm o valor 3 (classificação muito boa), e nas versões 2, 3 e 4 têm o valor 2 (classificação média). A versão 5 tem maior número de piores classificações tendo a sua Moda o valor 1 (classificação fraca). A versão 4 foi aquela que mais hesitações causou nos utilizadores quanto à classificação, provavelmente por existirem duas pesquisas com dois tipos de representação diferentes. No entanto, é curioso reparar nas classificações atribuídas à versão 5 se dividirmos os utilizadores em duas faixas etárias, menor que 35 anos e maior ou igual a 35 anos (Figura 3.17).

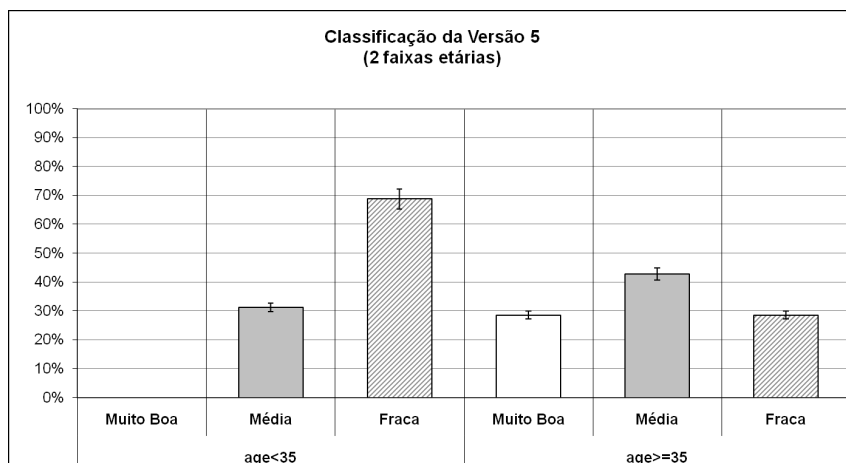


Figura 3.17: Classificação da versão 5 na pergunta 4 (comparação de duas faixas etárias)

Ao analisar o gráfico podemos reparar que a versão 5 chegou a obter umas classificações “Muito boa” e todas elas dadas por utilizadores com idades superiores a 35 anos.

Comparando as classificações atribuídas pelos utilizadores do sexo feminino com os do sexo masculino, pode constatar-se que há várias diferenças significativas (Figura 3.18 e Figura 3.19). A classificação identificada como “outro” na legenda destas figuras ocorre apenas na versão 4 e é relativa ao facto de alguns utilizadores terem dado classificações diferentes aos dois tipos de ícones utilizados.

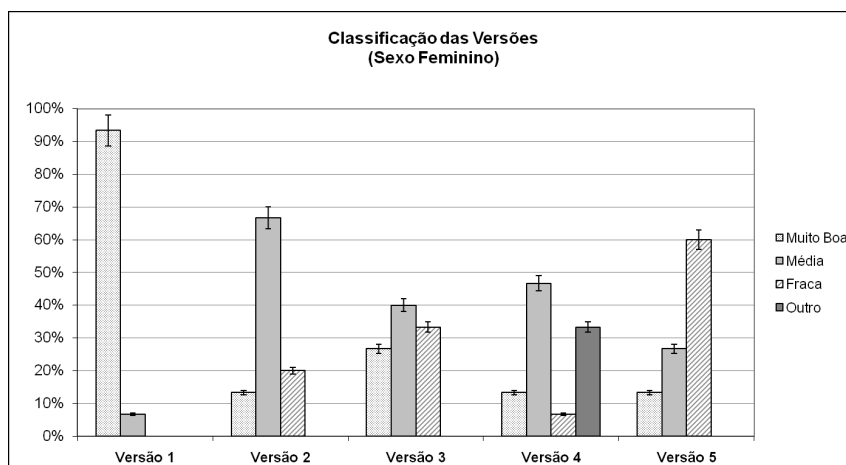


Figura 3.18: Classificações realizadas por utilizadores do sexo feminino na pergunta 4

As mulheres mostraram preferência nítida pela versão 1. O contrário aconteceu com a versão 5 à qual os utilizadores do sexo masculino atribuíram classificações melhores do que os utilizadores do sexo feminino. Na versão 2, os utilizadores do sexo masculino atribuíram mais classificações positivas e negativas enquanto que os utilizadores do sexo feminino deram um maior número de classificações medianas.



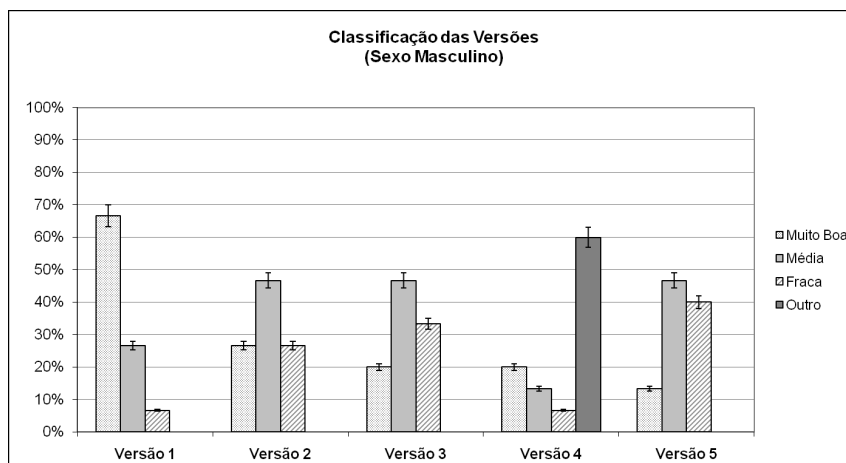


Figura 3.19: Classificações realizadas por utilizadores do sexo masculino na pergunta 4

5. O símbolo que recebeu mais impressões favoráveis, 21, foi o Mais Relevante da versão 1, seguido pelos símbolos de Mais Relevantes da versão 4 com 11 respostas e da versão 3, com 6 respostas. Tendo em conta as observações dos utilizadores, os ícones mais apreciados da versão 4 foram todos relativos à pesquisa por hotéis, ou seja o “*bull’s-eye*”. Os restantes ícones das versões 1 e 3 obtiveram entre 3 e 6 respostas, tal como o ícone mais relevante da versão 5. Os restantes ícones das versões 4 e 5 não obtiveram respostas.

6. Quanto à pergunta 6, que faz a ordenação das versões, a versão 1 é a grande vencedora sendo a maioria dos seus “votos” para o primeiro lugar. A versão 4 foi aquela que a maioria dos utilizadores preferiu em segundo lugar. Estes resultados são relativos à parte da pesquisa de hotéis, ou seja, aquela em que os ícones são alvos. A versão 3 é terceira preferida dos utilizadores. A versão 2 não foi muito escolhida mas, dos “votos” que recebeu, a maior parte revela que foi a terceira opção dos utilizadores. A versão 5 foi a que teve menos respostas. O gráfico da Figura 3.20 mostra o ranking das 5 versões. Claramente, a versão 1 foi a mais bem classificada, seguida pela versão 4 que foi a que ficou mais vezes em segundo e em terceiro lugares. A versão 5 destaca-se pela negativa.

De um modo geral, nas perguntas feitas aos utilizadores, não observei diferenças significativas, quer entre faixas etárias distintas, quer entre géneros. O utilizador daltónico não teve qualquer dificuldade em realizar os testes que envolviam cor; as cores que conseguiu visualizar mantiveram a semântica no que diz respeito aos níveis de relevância.

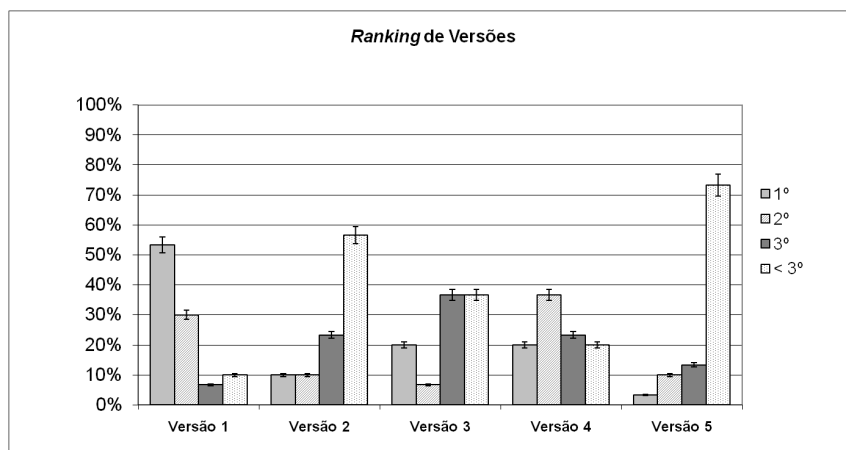


Figura 3.20: Ranking das versões

Alguns utilizadores perguntaram-me por que razão não existia nenhuma versão apenas com círculos. Os círculos são muito utilizados no contexto dos mapas para representar grandezas numéricas absolutas ou relativas, sendo o seu raio directamente proporcional ao valor representado. Poderia de facto, tê-los incluído nos testes. Contudo, os círculos não têm semântica óbvia e achei mais vantajoso testar o tamanho em símbolos com semântica óbvia, como fiz na versão 1. Caso usasse círculos teria que optar por usar 1) círculos de cores distintas para as diferentes categorias 2) outros símbolos, também sem semântica óbvia para as outras categorias, um pouco à semelhança do que fiz na versão 4.

O tamanho foi, em geral, a característica visual preferida dos utilizadores. Os resultados francamente positivos obtidos pela versão 1 confirmam as ideias base de Bertin [11] e de Horowitz e Wolfe [29]. Sem ter medições concretas dos tempos de resposta dos utilizadores e apenas recorrendo às observações feitas no decorrer dos testes, notei que foi na avaliação do tamanho que os utilizadores identificaram mais rapidamente os três ícones diferentes, demorando menos tempo a responder a todas as outras perguntas. Estas observações estão de acordo com as medições de tempo realizadas por Garlandini [4], em que uma mudança de tamanho era notada mais rapidamente que uma mudança de cor ou saturação.

No entanto, houve outras variáveis às quais se reconheceu valor: a forma e a saturação, principalmente. Quanto à forma subsiste a dúvida se os utilizadores, que gostaram muito do ícone *bull's-eye*, não estariam também a ser algo influenciados pela cor que também existe nesta representação. O tamanho também pode ter influenciado ligeiramente pois o ícone mais relevante da versão 4 no caso das pesquisas de hotéis é ligeiramente maior por ter mais níveis de detalhe. A análise da variável forma, neste caso, não foi 100 por cento “pura”.

Em relação à saturação, quase todos os utilizadores entenderam que uma cor mais saturada representa uma importância maior, enquanto que uma cor menos saturada repre-

senta uma importância menor.

Constatei que a versão que mais confundiu os utilizadores no que diz respeito ao nível de relevância foi a versão 5 em que se usei o atributo movimento. Este resultado é contrário à classificação de Wolfe [29] que incluía o movimento no grupo dos atributos prováveis que guiam a atenção de um utilizador. Penso que o facto do movimento não ter sido muito apreciado resulta da natureza confusa dos resultados da pesquisa proposta para a versão 5. A quantidade, talvez excessiva, de ícones a piscar ao mesmo tempo pode ter gerado um sentimento de desconforto e aversão por parte dos utilizadores. Embora não se tenha obtido o resultado esperado, deve notar-se que a nenhum utilizador passou despercebido o facto de haver ícones a piscar, o que comprova o valor do movimento como factor que atrai a atenção.

Juntamente com todas estas versões do protótipo *VisWide*, está também disponível aquela que se pode chamar de “melhor versão”. Esta versão recorre ao tamanho para informar o utilizador da relevância de cada ponto de interesse e também conta com a funcionalidade descrita no final da secção 3.2.

## 3.6 Conclusão

Este capítulo pode sintetizar-se em dois pontos fundamentais: programação e realização de testes. Se, por exemplo, num espectáculo de ballet todos admiram a leveza da bailarina, mas raramente alguém pensa nas horas de treino árduo necessárias para a atingir, também nestes projectos se costuma dar pouco valor à programação. Sem perder de vista os objectivos essenciais do PEI, sinto que, pessoalmente, devo valorizar este aspecto do meu projecto. O protótipo *VisWide* consumiu muitos recursos temporais e mentais, mas foi ferramenta fundamental da “bancada de trabalho” necessária em experiências e testes preliminares, até ficar pronto a ser utilizado na realização dos testes com utilizadores reais. Da realização concreta dos testes e da análise dos resultados posso concluir que os objectivos essenciais do meu projecto foram atingidos, não esquecendo, naturalmente, que tudo é passível de melhorias futuras.



# Capítulo 4

## Conclusão

Neste capítulo apresenta-se um resumo do trabalho realizado, tecem-se algumas conclusões e discutem-se perspectivas futuras de evolução do trabalho.

### 4.1 Conclusões

Com o crescimento dos SIG e com a banalização do acesso à Internet, o utilizador comum recorre cada vez mais a aplicações de visualização de informação geo-referenciada [1]. A pesquisa de informação cresce progressivamente em todos os pontos do mundo e os utilizadores tornam-se mais exigentes. A representação coerente e a facilidade de interpretação da informação pesquisada e encontrada também fazem parte desta exigência, pelo que é, assim, importante saber como mostrar a informação de uma forma correcta.

Neste trabalho estudei e investiguei algumas formas de representação de informação. Tentei perceber qual a influência que as diferentes características visuais têm aos olhos dos utilizadores e na representação de informação. Com base nos testes realizados aos utilizadores posso concluir que o tamanho é a variável visual que não oferece dúvidas quanto à sua interpretação. Ícones com um tamanho maior são sempre interpretados como sendo os mais relevantes comparativamente com os de tamanho inferior.

O tempo de realização do PEI acabou por sofrer desvios em relação ao que estava previsto no relatório preliminar. O problema não esteve no início das tarefas previstas pois comecei a realizá-las nas datas para as quais tinha planeado o seu início. Todas as tarefas tiveram um subdimensionamento de duração e, como tal, demoraram mais do que o esperado até estarem concluídas. O facto de ter desenvolvido uma pneumonia e por isso ter estado vinte dias sem trabalhar, também contribuiu para o atraso na conclusão do PEI.

Toda a experiência de realização do PEI contribuiu para o aumento dos meus conhecimentos em várias áreas da informática. Os desafios que tive que superar desde a instalação e configuração de sistemas e ferramentas, até à concepção gráfica de ícones, passando pela realização de testes a utilizadores reais, traduziram-se numa vontade pessoal, cada vez maior, de pesquisar, aprender e resolver problemas cada vez mais difíceis

e interessantes em qualquer ramo da informática. Também me tornei mais expedito na análise bibliográfica de muitas fontes de informação tal como livros, artigos científicos, e teses. Posso dizer que agora sou mais experiente e autónomo. Foi a primeira vez que realizei um trabalho desta envergadura com um princípio, meio e fim que considero uma experiência muito positiva, na qual tive o privilégio de colaborar na escrita e no desenvolvimento de uma publicação científica que foi aceite para a conferência Interacção 2010.

Embora o PEI tenha sido um trabalho individual, senti que fiz parte duma equipa graças ao espírito de entreajuda presente em todos os meus colegas e amigos de trabalho do LabMAG.

## 4.2 Perspectivas Futuras

Há um conjunto de passos interessantes para efectuar num trabalho futuro:

- prosseguir os nossos testes, incluindo mais utilizadores daltónicos
- reflectir sobre várias sugestões que foram dadas pelos utilizadores de teste e, eventualmente, proceder ao teste de outras versões
- incorporar estes resultados com tratamento de *cluttering* e pensar como se podem aplicar os resultados obtidos a outro tipo de dispositivos com características físicas e contextos de utilização diferentes

# Apêndice A

## Manual de utilizador do *VisWide*

### Manual do protótipo *VisWide*

#### A.1 Introdução

O *VisWide* é um protótipo informático que representa Pontos de Interesse sobre um mapa.

O objectivo principal deste manual é o de permitir que os utilizadores possam utilizar o *VisWide* de forma correcta, de modo obterem os resultados desejados com as pesquisas efectuadas.

#### A.2 Requisitos de utilização

Tem que possuir um dispositivo com acesso à Internet (de preferência um computador de secretária ou um computador portátil). O sistema operativo aconselhável é o Windows XP. Tem que ter *browser* Safari instalado e também o *plugin* “*adobe svg viewer 6*”, disponibilizado pela Adobe no site “<http://www.adobe.com/svg/viewer/install/beta.html>”

#### A.3 Iniciar a aplicação

Para iniciar o protótipo escreva no *browser* o endereço “<http://labmag.di.fc.ul.pt/viswide>” (Figura A.1).

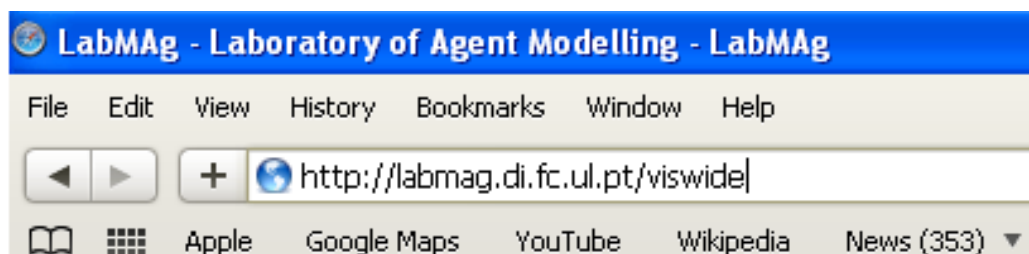


Figura A.1: Iniciar o protótipo

De seguida aparece o ecrã inicial do protótipo (Figura A.2).

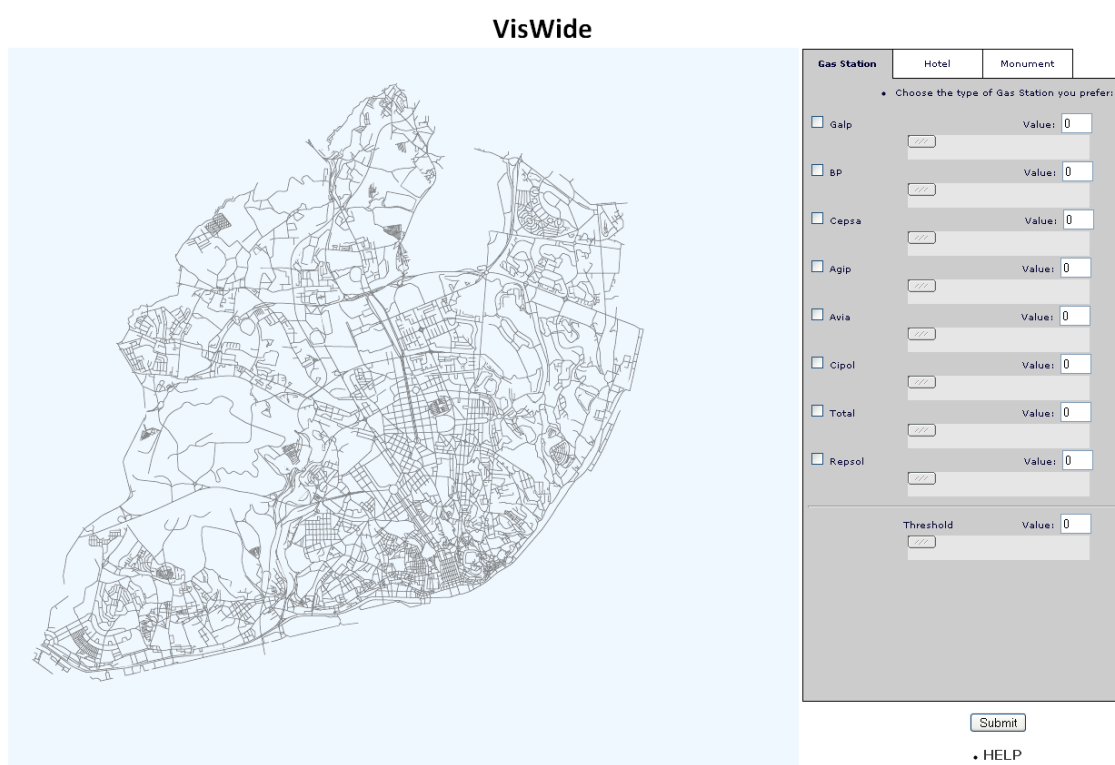


Figura A.2: Ecrã inicial do *VisWide*



Nele existe um botão HELP que dá uma pequena ajuda para a utilização do protótipo (Figura A.3).

• HELP

Figura A.3: Botão de ajuda

Ao carregar no botão irão aparecer umas breves instruções para o uso do protótipo (Figura A.4).

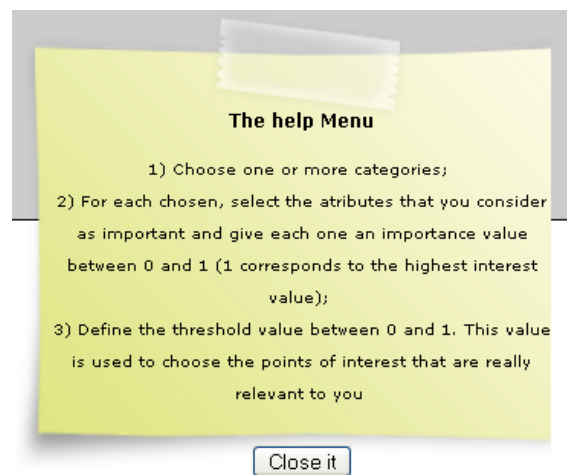


Figura A.4: Menu de ajuda

## A.4 Fazer uma pesquisa

Vá ao menu do protótipo (Figura A.5).

The screenshot shows a web-based application interface. At the top, there are three tabs: 'Gas Station' (selected), 'Hotel', and 'Monument'. Below the tabs, a heading reads 'Choose the type of Gas Station you prefer:'. There are eight rows, each representing a gas station brand: Galp, BP, Cepsa, Agip, Avia, Cipol, Total, and Repsol. Each row contains a checkbox on the left, a horizontal slider in the middle, and a 'Value: 0' input field on the right. Below these rows is a 'Threshold' section with a slider and a 'Value: 0' input field. At the bottom of the form is a 'Submit' button. Below the button is a link labeled '• HELP'.

Gas Station	Hotel	Monument
Choose the type of Gas Station you prefer:		
<input type="checkbox"/> Galp		Value: 0
<input type="checkbox"/> BP		Value: 0
<input type="checkbox"/> Cepsa		Value: 0
<input type="checkbox"/> Agip		Value: 0
<input type="checkbox"/> Avia		Value: 0
<input type="checkbox"/> Cipol		Value: 0
<input type="checkbox"/> Total		Value: 0
<input type="checkbox"/> Repsol		Value: 0
Threshold		Value: 0
<input type="button" value="Submit"/>		
<a href="#">• HELP</a>		

Figura A.5: Menu da aplicação

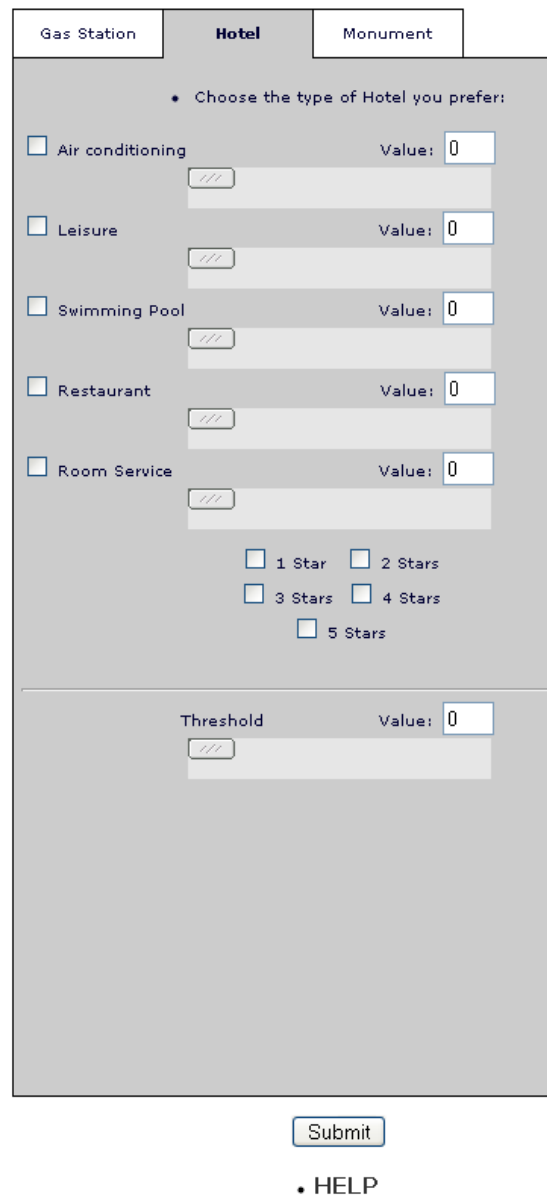
Escolha uma categoria das disponíveis, por exemplo hotéis: (Figura A.6)



Gas Station	<b>Hotel</b>	Monument
-------------	--------------	----------

Figura A.6: Categorias de pesquisa

Deste modo aparece o menu de pesquisa de hotéis (Figura A.7).



Gas Station	<b>Hotel</b>	Monument
-------------	--------------	----------

• Choose the type of Hotel you prefer:

<input type="checkbox"/> Air conditioning	Value: 0
<input type="checkbox"/> Leisure	Value: 0
<input type="checkbox"/> Swimming Pool	Value: 0
<input type="checkbox"/> Restaurant	Value: 0
<input type="checkbox"/> Room Service	Value: 0

<input type="checkbox"/> 1 Star	<input type="checkbox"/> 2 Stars
<input type="checkbox"/> 3 Stars	<input type="checkbox"/> 4 Stars
<input type="checkbox"/> 5 Stars	

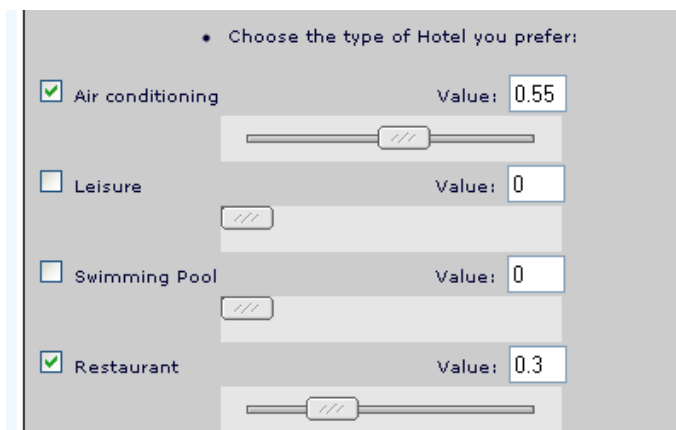
Threshold	Value: 0
-----------	----------

• HELP

Figura A.7: Menu de pesquisa de hotéis

Selecione as características que pretende pesquisar fazendo um *tick* nas *check-boxes* respectivas. De seguida dê uma valor entre 0 e 1 a cada uma delas movendo os *sliders* ou introduzindo os valores directamente nas *text-boxes* (Figura A.8).

Estes valores indicam a importância que a característica tem para si; 0 corresponde à importância mínima e 1 à importância máxima.

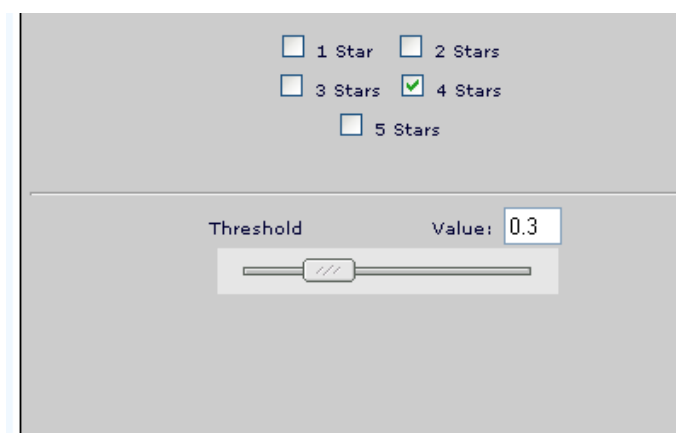


Choose the type of Hotel you prefer:

Characteristic	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Air conditioning	0.55
<input type="checkbox"/> Leisure	0
<input type="checkbox"/> Swimming Pool	0
<input checked="" type="checkbox"/> Restaurant	0.3

Figura A.8: Exemplo de valores das características numa pesquisa por hotéis

Indique também qual número de estrelas que pretende nos hotéis. Por último indique um valor para o limiar (Figura A.9).



Star Selection:

Stars	Selected
1 Star	<input type="checkbox"/>
2 Stars	<input type="checkbox"/>
3 Stars	<input type="checkbox"/>
4 Stars	<input checked="" type="checkbox"/>
5 Stars	<input type="checkbox"/>

Threshold: Value: 0.3

Figura A.9: Exemplo de valores para o número de estrelas e limiar numa pesquisa por hotéis

Para cada hotel de Lisboa será calculado um valor de relevância, entre 0 e 1, tendo em conta as características da pesquisa. Todos os hotéis que tenham um valor inferior ao do limiar não serão representados no mapa. O intervalo de valores entre o limiar e 1 vai ser dividido em 3 subintervalos iguais. Os hotéis que tenham um valor pertencente ao primeiro subintervalo (aquele cujos valores estão imediatamente acima do limiar) vão ser pouco relevantes e como tal serão representados numa maneira pouco expressiva. Os hotéis que tenham valores contidos no segundo subintervalo vão ser representados de

uma forma já mais expressiva. Aqueles hotéis com os valores associados mais elevados e mais próximos do valor 1 são os mais relevantes; serão por isso representados de forma a demonstrar toda a relevância que possuem.

Para ver os resultados da pesquisa carregue no botão *submit* (Figura A.10).



Figura A.10: Botão submit

De seguida aparece o ecrã com os resultados da pesquisa (Figura A.11).

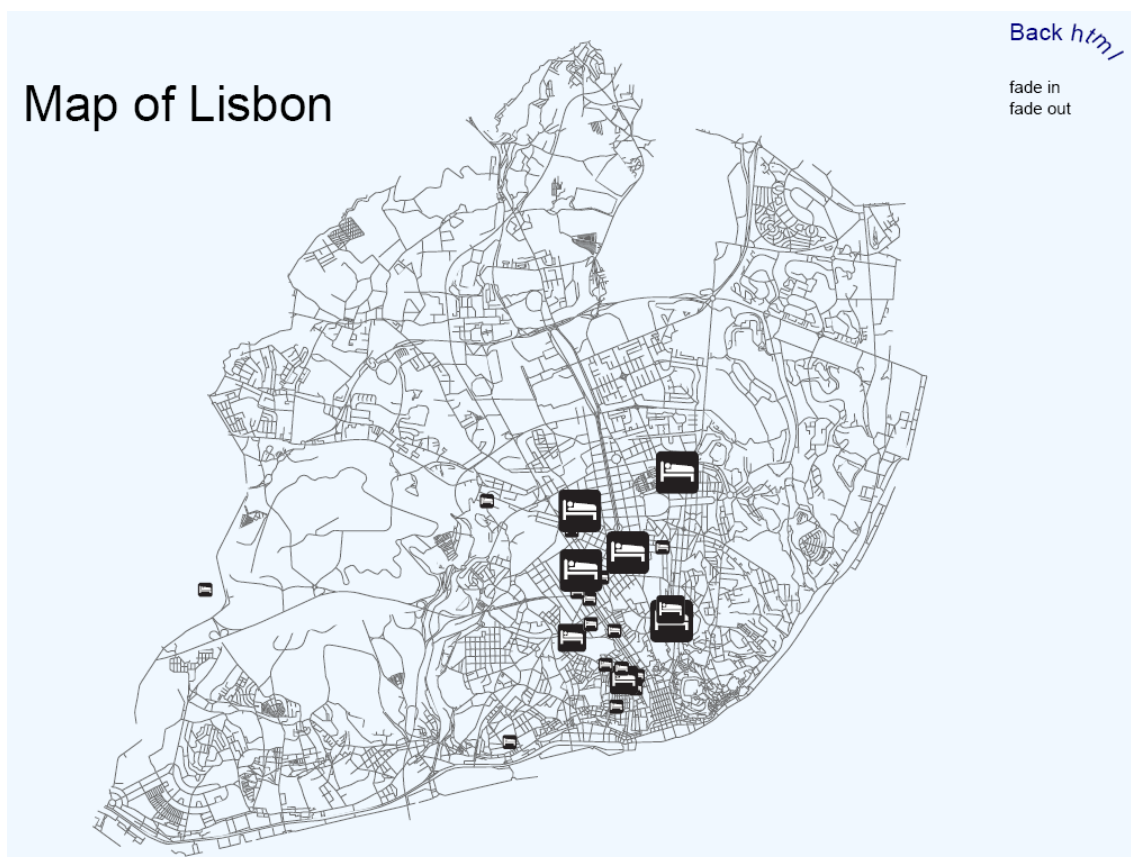


Figura A.11: Resultados da pesquisa por hotéis

Se tiver dificuldade em perceber onde os pontos de interesse se encontram no mapa pode carregar no botão *fade out*, de modo a que os ícones fiquem ligeiramente transparentes. Ao carregar no botão *fade in* os ícones voltam ao normal (Figura A.12).

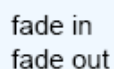


Figura A.12: Botões fade in e fade out

Para retroceder ao ecrã inicial do protótipo e realizar uma nova pesquisa, carregue no botão *back HTML* (Figura A.13).

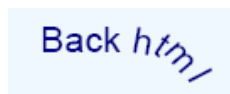


Figura A.13: Botão para realizar nova pesquisa

# Apêndice B

## Questionário dos testes com utilizadores

### Testes de usabilidade do protótipo *VisWide*

#### Introdução

O *VisWide* é um protótipo informático que representa Pontos de Interesse sobre um mapa.

Um Ponto de Interesse (PI) corresponde, por exemplo, à localização de um hotel ou de um monumento. Cada categoria de PI tem vários atributos; por exemplo, um hotel tem como atributos o nº de estrelas, dispor de ar condicionado nos quartos, dispor de piscina, dispor de zonas de lazer, dispor de restaurante e também de serviço de quartos. O objectivo do protótipo *VisWide* é mostrar os PI que são realmente **relevantes (importantes)** para o utilizador, omitindo os restantes.

Para cumprir este objectivo, na interface inicial do protótipo, o utilizador pode indicar:

1) As categorias que lhe interessa ver representadas sobre o mapa, por exemplo apenas hotéis;

2) Os atributos que considera importantes na(s) categoria(s) escolhida(s); por exemplo, são importantes hotéis de 3 estrelas com piscina e ar condicionado no quarto. Para cada um destes atributos, o utilizador deve indicar um valor entre 0 e 1 que expressa a **Relevância** do atributo em questão (0=relevância mínima; 1= relevância máxima). Com base nesta informação, a aplicação informática calcula um valor, também entre 0 e 1, para cada Ponto de Interesse. Este valor designa-se por **Valor de Relevância**.

3) O limiar (*threshold*) do VR: os Pontos de Interesse cujo **Valor de Relevância** esteja abaixo deste limiar NÃO serão representados sobre o mapa; os Pontos de Interesse cujo **Valor de Relevância** esteja acima deste limiar serão representados, usando símbolos gráficos, designados por ícones, que expressem a sua **Relevância** para o utilizador. Cada ícone desenhado sobre o mapa tem características gráficas (cor, tamanho, animação, ou outros) que variam com o **Valor de Relevância**. O intervalo delimitado pelo valor do limiar e pelo valor 1 (ou seja, o intervalo [**limiar** ; 1] em notação matemática) é dividido em três sub intervalos que correspondem, por ordem, aos seguintes níveis de **Re-**

**levância: Pouco Relevante, Relevante e Muito Relevante.** A cada um destes intervalos corresponde um ícone apropriado. A cada um destes intervalos corresponde um ícone apropriado.

Na versão actual do protótipo *VisWide* é usado um mapa da cidade de Lisboa e existem três categorias de PI: hotéis, monumentos e bombas de gasolina.

O que se pretende efectuar com estes testes é avaliar do ponto de vista cognitivo a qualidade dos ícones usados para expressar o **Valor de Relevância** de cada Ponto de Interesse e, conseqüentemente, concluir qual é a versão do *VisWide* que pode ser considerada melhor de entre as desenvolvidas. Não estamos a testar a interface propriamente dita (o menu inicial) do protótipo.

## Realização dos Testes

### Objectivo

Testar **5 versões diferentes do protótipo *VisWide***; cada versão pretende testar a eficácia de uma característica visual diferente na capacidade de exprimir o nível de relevância de um Ponto de Interesse. São testadas as seguintes características gráficas dos ícones: o tamanho, a cor, o movimento, a saturação e a forma.

Os testes são realizados em **três** fases:

<b>Fase 1:</b> Pesquisas Controladas	Nesta fase o utilizador de teste: a) analisa os <i>layouts</i> resultantes de um conjunto de pesquisas fixas, predefinidas (garantimos que em todas as pesquisas escolhidas aparecem os três ícones); b) para cada layout responde a um conjunto de perguntas.
<b>Fase 2:</b> Pesquisas Livres	Nesta fase o utilizador de teste analisa os <i>layouts</i> resultantes de um conjunto de pesquisas efectuadas livremente por ele próprio; podendo confirmar ou ajustar respostas que deu na fase1.
<b>Fase 3:</b> Balanço geral	Nesta fase o utilizador de teste indica qual é a versão que considera mais adequada e pode dar sugestões de melhoramento e opiniões pessoais de carácter mais genérico sobre o tipo de representações em estudo.

Tabela B.1: Fases dos testes

**Duração prevista do Teste 25-35 Minutos**



## Perfil do utilizador

**Idade:**

**Género:** F M

**Formação base:** Informática ou afim Não Informática (Qual?)

**Usa a Internet:** Diariamente Frequentemente Nunca

**Usa mapas na internet (ex: Google maps)?** Frequentemente Raramente Nunca

*Preenchimento: riscar o que não interessa*

### Fase 1: Pesquisas controladas

#### 1- Quantos ícones diferentes conseguem distinguir-se sobre o mapa?

	1	2	3
Versão 1			
Versão 2			
Versão 3			
Versão 4			
Versão 5			

Tabela B.2: Pergunta 1

*Preenchimento da tabela: com “X” nas posições correspondentes.*

#### 2- Associe cada ícone ao seu nível de relevância.

	MR	R	LR
Versão 1			
Versão 2			
Versão 3			
Versão 4			
Versão 5			

Tabela B.3: Pergunta 2

*Preenchimento da tabela: colocamos o valor 1 no símbolo considerado pelo utilizador de teste como o Mais Relevante, o valor 2 no símbolo Relevante e o valor 3 no símbolo Menos Relevante. Quando o utilizador acerta em todos observa-se a sequência 1-2-3. Nota - Observe-se que a hipótese “acerta em 2” não existe. Se acerta em dois, por exclusão de partes, acerta em três. Portanto só iremos observar ocorrências de “acerta em 1” ou “acerta em 3”.*

**3- Qual foi o ícone que lhe chamou a atenção em primeiro lugar?**

	O ícone do MR	O ícone do R	O ícone do LR	Não sei
Versão 1				
Versão 2				
Versão 3				
Versão 4				
Versão 5				

Tabela B.4: Pergunta 3

*Preenchimento da tabela: com “X” nas posições correspondentes.*

**4- Tendo em conta que se pretende avaliar com estes testes a qualidade dos ícones usados para expressar o Valor de Relevância de cada Ponto de Interesse, como classificaria esta versão do protótipo?**

	Mto boa	Média	Fraca
Versão 1			
Versão 2			
Versão 3			
Versão 4			
Versão 5			

Tabela B.5: Pergunta 4

*Preenchimento da tabela: com “X” nas posições correspondentes.*

**Fase 2: Pesquisas livres**

O utilizador de teste analisa os *layouts* resultantes de um conjunto de pesquisas efectuadas livremente por ele próprio; responde ao mesmo conjunto de perguntas, podendo confirmar ou ajustar a resposta que deu na fase 1. (as respostas são adicionadas às tabelas anteriores com uma caneta de cor diferente)

**Fase 3: Balanço geral****5- Qual o ícone mais sugestivo, de todos os que observou?**

*Nota: aqui podemos permitir que o utilizador dê respostas ex aequo. Na tabela preenchemos com um “X” aquilo que o utilizador escolher.*

	O ícone do MR	O ícone do R	O ícone do LR	Não sei
Versão 1				
Versão 2				
Versão 3				
Versão 4				
Versão 5				

Tabela B.6: Pergunta 5

**6- Diga, por ordem, quais as três versões do protótipo *VisWide* que prefere?**

Versão 1	Versão 2	Versão 3	Versão 4	Versão 5

Tabela B.7: Pergunta 6

*Preenchimento: 1 na versão prefere, 2 na seguinte e 3 terceira preferida*

**7- O que melhoraria nas representações dos ícones tendo como objectivo representar de forma mais correcta a relevância?**







# Bibliografia

- [1] M. P. Peterson, *Maps and the Internet*. Internation Cartographic Association, 2003.
- [2] [url-googlemaps] Aplicação Google Maps (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://maps.google.pt/>
- [3] B. Paiva, “Representação de Pontos de Interesse Sobre Mapas,” Master’s thesis, DI-FCUL, 2009.
- [4] S. Garlandini and S. I. Fabrikant, “Evaluating the effectiveness and efficiency of visual variables for geographic information visualization,” in *COSIT’09: Proceedings of the 9th international conference on Spatial information theory*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009, pp. 195–211.
- [5] [url-labmag] Página do LabMAg (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://labmag.di.fc.ul.pt/n/>
- [6] [url-interacao] Conferência Interacção 2010 (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www3.ca.ua.pt/interacao2010/>
- [7] L. A. Brown, *The story of maps*. New York: Dover Publications, 1979.
- [8] J. Black, *Maps and History: Constructing Images of the Past*. New Haven, Yale, 1997.
- [9] S. Zweig, *Magalhães o Homem e o seu Feito*. Assírio e Alvim, 2007.
- [10] P. Pombinho, “Visualização de Informação Geo-Referenciada em Dispositivos Móveis,” Master’s thesis, DI-FCUL, 2008.
- [11] J. Bertin, *Semiology of graphics*. University of Wisconsin Press, 1983.
- [12] [url-ehessbertin] École des hautes études en sciences sociales com informações sobre Jacques Bertin (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://lodel.ehess.fr/archives/document.php?id=4600>

- [13] [url-cnfgbertin] Comité nacional francês de geografia com informações sobre Jacques Bertin (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: [http://www.cnfg.fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=201:deces-de-jacques-bertin&catid=35:actualites&Itemid=2](http://www.cnfg.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=201:deces-de-jacques-bertin&catid=35:actualites&Itemid=2)
- [14] [url-sakurahouse] Aplicação Sakura House (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.sakura-house.com/english/map.htm>
- [15] [url-gapminder] Aplicação Gapminder World (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.gapminder.org/>
- [16] [url-coreluzbrisson] Documento sobre cor e luz (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.visual.pro.br/cg1/pdf/capitulocores.pdf>
- [17] [url-prisma] Imagem de um prisma (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://fotodvdshow.files.wordpress.com/2008/12/2007-08-16-prisma.jpg>
- [18] [url-arcoiris] Fotografia de um arco-íris (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.iped.com.br/sie/uploads/20634.jpg>
- [19] [url-olhohumano] Esquema do olho humano (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.cabuloso.com/Anatomia-Humana/Sistema-Sensorial/foto/visao.gif>
- [20] V. Bruce, P. R. Green, and M. A. Georgeson, *Visual perception, physiology, psychology and ecology*. Psychology Press, 2003.
- [21] P. R. Keller and M. M. Keller, *Visual Cues: Practical Data Visualization*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1991.
- [22] [url-cuborgb] Cubo RGB (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.jgiesen.de/javascript/HTML/HTML14/colors/rgbCube.gif>
- [23] [url-piramidehsv] Pirâmide HSV (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.blackice.com/colorspaceHSV.htm>
- [24] [url-ilusao] ilusão de óptica (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.optical-illusionist.com/imagefiles/samecolor.jpg>
- [25] [url-variaveisvisuais] Variáveis visuais (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://www.infovis-wiki.net/images/8/89/VisualVariables.png>
- [26] V. Filippakopoulou, B. Nakos, E. Michaelidou, and L. Stamou, "Evaluation of the selectivity of visual variables," *THALES Project No. 65/1216*, 2004.
- [27] G.-A. Strauch, "Semiologie graphique," *THALES Project No. 65/1216*, 2007.



- [28] [url-zonasrisco] Zonas de risco de incêndio em Portugal (data de último acesso 29-09-2010). [Online]. Available: <http://img529.imageshack.us/img529/7769/risco1507hb7.jpg>
- [29] J. M. Wolfe and T. S. Horowitz, “Perspectives,” *Nature Publishing Group*, vol. Volume 5, 2004.
- [30] V. Geroimenko and C. Chen, *Visualizing Information Using SVG and X3D*. Springer, 2005.
- [31] O. Swienty, T. Reichenbacher, S. Reppermund, and J. Zihl, “The role of relevance and cognition in attention-guiding geovisualization,” *THALES Project No. 65/1216*, vol. Volume 45, no. 3, pp. 227–238, 2008.
- [32] J. Mackinlay, “Applying a theory of graphical presentation to the graphic design of user interfaces,” in *UIST '88: Proceedings of the 1st annual ACM SIGGRAPH symposium on User Interface Software*. New York, NY, USA: ACM, 1988, pp. 179–189.